

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-176035

(43)Date of publication of application : 21.06.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

H03J 1/06

H05H 1/46

(21)Application number : 2001-253221

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD  
CHOI DAE-KYU

(22)Date of filing : 23.08.2001

(72)Inventor : CHOI DAE-KYU  
YO JUNSHOKU  
KIM JIN-MAN  
MIN YOUNG-MIN  
CHON SANG-MOON

(30)Priority

Priority number : 2000 200049908  
2000 200069366  
2001 200109384

Priority date : 26.08.2000  
21.11.2000  
23.02.2001

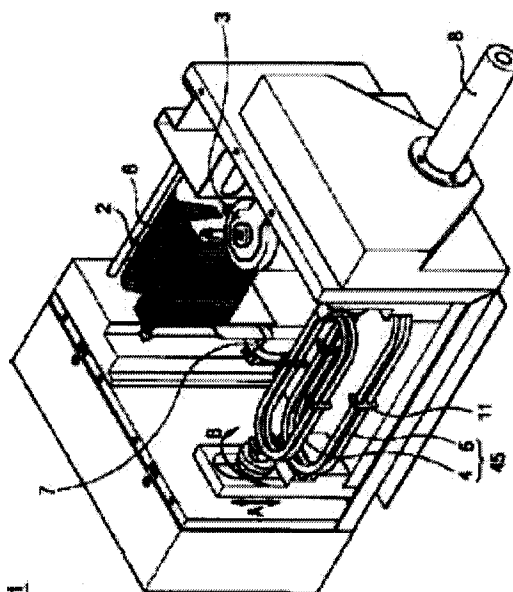
Priority country : KR  
KR  
KR

## (54) RF MATCHING DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an RF matching device which is used for the impedance matching between an RF generator and a chamber in a process of manufacturing a semiconductor element by using a plasma.

**SOLUTION:** A rotary inductor 4 and a fixed inductor 5 are electrically connected in series and respectively have variable inductors 45 which are positioned to adjacent positions. The variable inductor 4 can move in such a way that the inductor 4 is magnetically shielded by the magnetic flux of the fixed inductor 5 by receiving interference from the magnetic flux and the inductance of the inductor 4 is adjusted by the movement. When this RF matching device is applied to the semiconductor element manufacturing process using the plasma, the matching time of the device can be shortened and, accordingly, the service life of the device can be prevented from being shortened by excessive heat radiation.



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]In an RF matching device which adjusts impedance of RF charging dynamo and a chamber at a process of manufacturing a semiconductor device using plasma, Have the variable inductor connected with a variable capacitor and a fixed capacitor, and said variable inductor, Are arranged so that it may adjoin, and it consists of two inductors connected electrically mutually, So that magnetic flux formed by any one of said two inductors may interfere in magnetic flux of other inductors Inside of said two inductors, An RF matching device, wherein any at least one is movable and inductance of said variable inductor is adjusted by this.

[Claim 2]Each of said two inductors is a fixed inductor and a rotation inductor which consist of a coil formed in an elliptic type and a spiral type, One end of said fixed inductor is connected with said variable capacitor, and the other end of said fixed inductor is connected with one end of said rotation inductor, The RF matching device according to claim 1 which current into which the other end of said rotation inductor is connected with said fixed capacitor, and flows of said inductor in each is a counter direction mutually, and is characterized by adjusting inductance of said variable inductor according to angle of rotation of said rotation inductor.

[Claim 3]The RF matching device according to claim 2, wherein said each of coils which constitutes said rotation inductor and said fixed inductor includes a fixing means fixed so that a prescribed interval may separate and a screw type may be formed.

[Claim 4]The RF matching device according to claim 3, wherein said fixing means is E shape ring which constant-interval-left between winding of said coil, and has been arranged.

[Claim 5]The RF matching device according to claim 4, wherein said E shape ring is non-conducting construction material.

[Claim 6]The RF matching device according to claim 2 characterized by attaching either to a transporting means which makes between said rotation inductor and said fixed inductors approach / isolate relatively at least among said rotation inductor and said fixed inductor.

[Claim 7]The RF matching device according to claim 2, wherein each of said connecting member contains locking means which fix said gripper in a connection part between said coils and between said coil and said capacitor including a gripper of a half-arc gestalt including a connecting member.

[Claim 8]The RF matching device according to claim 2, wherein said fixed inductor and said rotation inductor are formed with copper or aluminum.

[Claim 9]The RF matching device according to claim 2, wherein said coil consists of a lead of a large number which run through a conductor pipe and said conductor pipe.

[Claim 10]A fixed coil in which said variable inductor is a spiral rectangle with a band gestalt, Have a rotation coil which is a spiral rectangle with a band gestalt, and an end of said fixed coil is electrically connected with said variable capacitor, One end of said rotation coil is electrically connected with the other end of said fixed coil, The RF matching device according to claim 1, wherein magnetic flux which the other end of said rotation coil is electrically connected with said fixed capacitor, and is superimposed on said fixed coil and said rotation coil increases or decreases according to an angle of rotation of said

rotation coil.

[Claim 11] A fixed coil in which said variable inductor is a spiral rectangle with a band gestalt, Said fixed coil and a moving coil which is spiral rectangles with a band gestalt which moves in parallel, it \*\*\*\*(ing), one end of said fixed coil being electrically connected with said variable capacitor, and one end of said moving coil being electrically connected with the other end of said fixed coil, and the other end of said moving coil being electrically connected with said fixed capacitor, and, Said fixed coil and said moving coil prescribed-interval-separate mutually, and face each other, The RF matching device according to claim 1, wherein magnetic flux superimposed on said fixed coil and said moving coil is changed according to width between said fixed coil adjusted by movement of said moving coil, and said moving coil on which it is superimposed.

[Claim 12] A fixed coil of that said variable inductor is circular and a spiral type, and a moving coil of being circular and a spiral type, \*\*\*\* and an end of said fixed coil is electrically connected with said variable capacitor, Said moving coil so that it may be located in the upper part of said fixed coil and may superimpose or dissociate between winding of said fixed coil Above, it being able to move downward and one end of said moving coil being electrically connected with the other end of said fixed coil, and the other end of said moving coil being electrically connected with said fixed capacitor, and, It has a winding width for winding of said fixed coil to be inserted between winding of said moving coil, The RF matching device according to claim 1, wherein magnetic flux superimposed on said fixed coil and said moving coil is changed according to superposition width between said fixed coil and a moving coil which are adjusted by lower movement on said moving coil.

[Claim 13] An RF matching device which adjusts impedance of RF charging dynamo and a chamber at a process of manufacturing a semiconductor device using plasma, comprising:

It connects with a variable capacitor and a fixed capacitor, and is a spiral fixed coil which is a rectangle of a band gestalt.

An axis on which a magnetic-shielding board of a rectangle gestalt arranged at said fixed coil and said shield run through said fixed coil.

[Claim 14] The RF matching device according to claim 13, wherein the 1st and the 2nd end of said fixed coil are electrically connected with said variable capacitor and said fixed capacitor respectively and magnetic flux of said variable inductor is changed according to an angle of rotation of said shield.

[Claim 15] In an RF matching device which adjusts impedance of RF charging dynamo and a chamber at a process of manufacturing a semiconductor device using plasma, A fixed coil of being circular and a spiral type which is connected with a variable capacitor and a fixed capacitor, and has a fixed coil number of turns, A circular magnetic-shielding board arranged on magnetic flux of said fixed coil, Have a \*\*\*\*\* variable inductor, have said shield on both sides, and an axis Inside of said fixed coil and said shield, An RF matching device, wherein any at least one is installed so that said shield may intercept magnetic flux of said fixed coil and it can move, and inductance of said variable inductor is changed by this.

[Claim 16] The RF matching device according to claim 15, wherein the 1st and the 2nd end of said fixed coil are electrically connected with said variable capacitor and said fixed capacitor respectively and magnetic flux of said variable inductor is changed according to an angle of rotation of said shield.

[Claim 17] An RF matching device which adjusts impedance of RF charging dynamo and a chamber at a process of manufacturing a semiconductor device using plasma, comprising:

It connects with a variable capacitor and a fixed capacitor, and is a variable coil of being circular and a spiral type.

A bar which runs through the central part of a stationary plate to which one end of said variable coil is fixed, said stationary plate, and said variable coil, and is fixed to the other end of said variable coil.

[Claim 18] The RF matching device according to claim 17, wherein one end and the other end of said fixed coil are electrically connected with said capacitor and said fixed capacitor respectively and magnetic flux of said variable inductor is changed according to the length of said variable coil adjusted

by movement of said bar.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the RF matching device used for adjusting the impedance of RF charging dynamo used by the semiconductor device manufacturing process especially using plasma, and a chamber about an RF matching device.

[0002]

[Description of the Prior Art]Generally, a plasma strengthening semiconductor wafer routing system contains the plasma reaction chamber by which a plasma strengthening process is carried out to a semiconductor wafer.

[0003]In order to make the inside of a reaction chamber generate plasma, RF (Radio Frequency: high frequency) signal of high power must be added at the same time it supplies reactant gas in a chamber.

[0004]In order for plasma to be uniformly maintained by the level which this process requires, the RF energy supplied to process chambers must be supplied stably. For this reason, since the impedance of RF charging dynamo and the impedance of chamber environment are adjusted, an RF matching device is used. However, since the impedance of chamber environment often changes, an RF matching device must be adjusted according to this.

[0005]The conventional RF matching device is using the method of interrupting the aliquot of a coil with a shield (shield blade), and adjusting the value of a variable inductor. The shield distributed between each coils acts like a fixed coil. In order to adjust the inductance of a variable inductor, the position of a shield is adjusted using the conventional feedback technology.

[0006]However, adjusting the RF energy between RF charging dynamo and a chamber takes much time, and a variable inductor generates excessive heat. On the other hand, since a shield is a structure which covers the flow of current by rotating braid (blade), Heat is transmitted to a braid, an arc occurs well as the surface of a braid oxidizes, the contact resistance of a contact portion becomes large, a loss occurs, and the efficiency of RF matching falls as a result. On the other hand, the shield of metallic material takes much time by resulting in RF consistency.

[0007]If it is continuously used for a shield after heat has occurred, the silver film by which coating treatment was carried out on the surface of the shield will change to a carbon film, the shield mechanism of the cover braid for covering the magnetic field of a fixed coil will fall, and it will be hard to control consistency. In order to solve the degradation problem by thermogeneration, heat loss tended to constitute the fixed coil from few substances, but there was little yne TAKUDANSU relatively and the problem of falling generated RF consistency efficiency rather.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]The purpose of this invention is for solving the above-mentioned problem, and is providing the RF matching device which there is little calorific value, and an arc's does not occur, but is moreover provided with a long-life inductor.

[0009]Variable control is easy for the purpose of this invention, and it is providing an RF matching device provided with the variable inductor which suited using it with high frequency high power.

[0010]

[Means for Solving the Problem] It has the following composition, in order to attain the above-mentioned purpose.

[0011](1) In an RF matching device which adjusts impedance of RF charging dynamo and a chamber at a process of manufacturing a semiconductor device using plasma, Have the variable inductor connected with a variable capacitor and a fixed capacitor, and said variable inductor, Are arranged so that it may adjoin, and it consists of two inductors connected electrically mutually, So that magnetic flux (magnetic flux) formed by any one of said two inductors may interfere in magnetic flux of other inductors Inside of said two inductors, An RF matching device, wherein any at least one is movable and inductance of said variable inductor is adjusted by this.

[0012](2) Each of said two inductors is a fixed inductor and a rotation inductor which consist of a coil formed in an elliptic type and a spiral type, One end of said fixed inductor is connected with said variable capacitor, and the other end of said fixed inductor is connected with one end of said rotation inductor, Current into which the other end of said rotation inductor is connected with said fixed capacitor, and flows of said inductor in each is a counter direction mutually, and inductance of said variable inductor is adjusted according to angle of rotation of said rotation inductor.

[0013](3) Said each of coils which constitutes said rotation inductor and said fixed inductor includes a fixing means fixed so that a prescribed interval may separate and a screw type may be formed.

[0014](4) Said fixing means is characterized by being E shape ring which constant-interval-left between winding of said coil, and has been arranged.

[0015](5) Said E shape ring is characterized by being non-conducting construction material.

[0016](6) Either at least is attached to a transporting means which makes between said rotation inductor and said fixed inductors approach / isolate relatively among said rotation inductor and said fixed inductor.

[0017](7) Each of said connecting member contains locking means which fix said gripper in a connection part between said coils and between said coil and said capacitor including the gripper (grripper) of a half-arc gestalt including a connecting member.

[0018](8) Said fixed inductor and said rotation inductor are formed with copper or aluminum.

[0019](9) Said coil consists of a lead of a large number which run through a conductor pipe and said conductor pipe.

[0020](10) A fixed coil in which said variable inductor is a spiral rectangle with a band (band) gestalt, Have a rotation coil which is a spiral rectangle with a band gestalt, and an end of said fixed coil is electrically connected with said variable capacitor, One end of said rotation coil is electrically connected with the other end of said fixed coil, the other end of said rotation coil is electrically connected with said fixed capacitor, and magnetic flux superimposed on said fixed coil and said rotation coil increases or decreases according to an angle of rotation of said rotation coil.

[0021](11) A fixed coil in which said variable inductor is a spiral rectangle with a band gestalt, Said fixed coil and a moving coil which is spiral rectangles with a band gestalt which moves in parallel, it \*\*\*\*(ing), one end of said fixed coil being electrically connected with said variable capacitor, and one end of said moving coil being electrically connected with the other end of said fixed coil, and the other end of said moving coil being electrically connected with said fixed capacitor, and, Said fixed coil and said moving coil prescribed-interval-separate mutually, and face each other, and magnetic flux superimposed on said fixed coil and said moving coil is changed according to width between said fixed coil adjusted by movement of said moving coil, and said moving coil on which it is superimposed.

[0022](12) A fixed coil of that said variable inductor is circular and a spiral type, and a moving coil of being circular and a spiral type, \*\*\*\* and an end of said fixed coil is electrically connected with said variable capacitor, Said moving coil so that it may be located in the upper part of said fixed coil and may superimpose or dissociate between winding of said fixed coil Above, it being able to move downward and one end of said moving coil being electrically connected with the other end of said fixed coil, and the other end of said moving coil being electrically connected with said fixed capacitor, and, It has a winding width for winding of said fixed coil to be inserted between winding of said moving coil,

Magnetic flux superimposed on said fixed coil and said moving coil is changed according to superposition width between said fixed coil and a moving coil which are adjusted by lower movement on said moving coil.

[0023](13) At a process of manufacturing a semiconductor device using plasma, in RF charging dynamo and an RF matching device which adjusts impedance of a chamber, connect with a variable capacitor and a fixed capacitor, and in a rectangle of a band gestalt. And a spiral fixed coil and a magnetic-shielding board of a rectangle gestalt arranged at said fixed coil, Said shield has a variable inductor including an axis which runs through said fixed coil, An RF matching device, wherein any at least one is installed so that said shield may intercept magnetic flux of said fixed coil and it can move, and inductance of said variable inductor is changed by this among said fixed coil and said shield.

[0024](14) The 1st and the 2nd end of said fixed coil are respectively connected with said variable capacitor and said fixed capacitor electrically, and magnetic flux of said variable inductor is changed according to an angle of rotation of said shield.

[0025](15) In an RF matching device which adjusts impedance of RF charging dynamo and a chamber at a process of manufacturing a semiconductor device using plasma, A fixed coil of being circular and a spiral type which is connected with a variable capacitor and a fixed capacitor, and has a fixed coil number of turns, A circular magnetic-shielding board arranged on magnetic flux of said fixed coil, Have a \*\*\*\*\* variable inductor, have said shield on both sides, and an axis Inside of said fixed coil and said shield, An RF matching device, wherein any at least one is installed so that said shield may intercept magnetic flux of said fixed coil and it can move, and inductance of said variable inductor is changed by this.

[0026](16) The 1st and the 2nd end of said fixed coil are respectively connected with said variable capacitor and said fixed capacitor electrically, and magnetic flux of said variable inductor is changed according to an angle of rotation of said shield.

[0027](17) In an RF matching device which adjusts impedance of RF charging dynamo and a chamber at a process of manufacturing a semiconductor device using plasma, Connect with a variable capacitor and a fixed capacitor, and A variable coil of being circular and a spiral type, An RF matching device, wherein it has a variable inductor containing a stationary plate to which one end of said variable coil is fixed, and a bar which runs through the central part of said stationary plate and said variable coil, and is fixed to the other end of said variable coil and said bar makes the length of said variable coil change.

[0028](18) One end and the other end of said fixed coil are respectively connected with said capacitor and said fixed capacitor electrically, and magnetic flux of said variable inductor is changed according to the length of said variable coil adjusted by movement of said bar.

[0029]The device of this invention can change inductance and magnetic flux of a variable inductor variously by change of a relative position. For example, a relative angle and distance between two coils or between a coil and a magnetic shield can be changed. The device of this invention can change magnetic flux of a variable inductor variously by change of the length of a magnetic coil which has coil winding which forms a variable inductor.

[0030]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, with reference to the attached figures, the desirable embodiment of this invention is described in detail. However, it can change and change variously in the range which does not deviate from the technical thought of this invention.

[0031]Drawing 1 is a circuit diagram of the device which uses the RF matching device which applied this invention.

[0032]This RF matching device 1 is a device which adjusts the RF energy generated with the RF charging dynamo 14 so that it may consistent with the RF energy of a plasma reaction chamber or the process chambers 15. Such consistency is called impedance match. Process chambers mean a feasible chamber also for other processes including plasma treatment.

[0033]As shown in drawing 1, RF matching device 1 incorporates the RF energy generated with the RF charging dynamo 14, and supplies RF energy to the process chambers 15.

[0034]RF matching device 1 comprises the variable capacitor 12, the fixed capacitor 13, the variable

inductor 16, and the PM (phase magnitude) sensing board 17. PM sensing board 17 controls the relative position of two inductors (4 of drawing 2, 5) which constitute the variable inductor 16, and impedance is adjusted. RF matching device 1 contains the controller (not shown) which adjusts the weighted solidity of the variable capacitor 12 and the variable inductor 16.

[0035]Drawing 2 is a perspective diagram of the RF matching device in a 1st embodiment by this invention.

[0036]As shown in drawing 2, RF matching device 1 comprises the variable capacitor 2, the fixed capacitor 3, and the variable inductor 45.

[0037]The RF energy transmitted to RF matching device 1 is supplied to process chambers through the output terminal 8 through the variable capacitor 2, the variable inductor 45, and the fixed capacitor 3 from RF charging dynamo.

[0038]The variable capacitor 2 of RF matching device 1 contains many accumulation-of-electricity boards (capacitive plate) (not shown) inserted between many shields 6 and the shield of each set. In the conventional method, the overlap of the shield 6 which changes the capacity value of the variable capacitor 2 makes the area of each accumulation-of-electricity board increase, or is decreased.

[0039]The variable inductor 45 of RF matching device 1 comprises the rotation inductor 4 and the fixed inductor 5.

[0040]The fixed inductor 5 of the variable inductor 45 is an ellipse, and is the coil formed in the spiral type as shown in drawing 2. And this fixed inductor 5 comprises the lead 27 of a large number arranged inside the conductor pipe 26 and the conductor pipe 26, as shown in drawing 5.

[0041]The input edge of many leads 27 inside this fixed inductor 5 is connected with the outgoing end of the variable capacitor 2. One lead which has the same diameter as the conductor pipe 26 can also be substituted for the lead 27.

[0042]It is an ellipse and is the coil formed in the spiral type, and as similarly shown in drawing 5, the rotation inductor 4 of the variable inductor 45 also comprises the lead 27 of a large number arranged inside the conductor pipe 26 and the conductor pipe 26, as shown in drawing 2. One lead which has the same diameter as the conductor pipe 26 can also be substituted also for many leads 27 of rotation inductor 4 inside.

[0043]The lead 27 which constitutes these fixed inductor and a rotation inductor is formed of copper or aluminum.

[0044]Angle of rotation of this rotation inductor 4 is adjusted by the controller (not shown) of an RF matching device.

[0045]The internal diameter of the spiral type coil of the fixed inductor 5 is relatively formed greatly compared with the external diameter of the rotation inductor 4. Therefore, the rotation inductor 4 can be inserted in the inside of the fixed inductor 5, and it may be made to rotate in the direction of B, as shown in drawing 2.

[0046]The grade between the two inductors 4 and 5 overlapped can be adjusted by adjusting the distance between the axis of rotation of the rotation inductor 4, and the center of the fixed inductor 5.

[0047]In order to adjust the grade between the two inductors 4 and 5 overlapped, RF matching device 1 of this invention includes the transporting means which moves the rotation inductor 4 in the direction (a top, under) of A, as shown in drawing 2.

[0048]This transporting means includes a gearing system like the rack and pinion (rack and pinion) made to change the rotational movement by a motor into reciprocating movement, for example. Therefore, in order to adjust the grade overlapped, rotation of the direction of B and movement of the direction of A are possible for the rotation inductor 4. By this, the inductance of the variable inductor 45 can be adjusted more nearly substantially.

[0049]It may be made for a transporting means to move the fixed inductor 5 instead of moving the rotation inductor 4. For example, the transporting means to which the fixed inductor 5 is moved can also be the motor / gear structure of having a motor arranged at the end of the axis of the fixed inductor 5, and a gear device. That is, the rack and pinion made to change the rotational movement by a motor into reciprocating movement, a feed screw mechanism with the bolt/nut provided in the end of the both sides



of the axis of the fixed inductor 5, or a pulley / belt (or chain) mechanism by the pulley and a belt (or chain) is possible.

[0050]Drawing 3 is a perspective diagram showing the structure of the connection part of the member which constitutes the RF matching device shown in drawing 2.

[0051]The connecting member 7 connects the outgoing end of the variable capacitor 2, and the input edge of the fixed inductor 5, and connects the outgoing end of the rotation inductor 4, and the input edge of the fixed capacitor 3. As shown in drawing 3, the connecting member 7 comprises the bolts 10 and 10 to which the lower grippers 9 and 9 and these are made to fix, and a nut (not shown) on a half-arc gestalt.

[0052]each -- a portion -- corresponding -- a conductor -- a pipe -- 26 -- a top -- lower -- a gripper -- nine -- nine -- ' -- between -- welding -- having had -- a conductor -- a pipe -- 26 -- an end -- placing -- having -- things -- mutual -- connecting -- having -- a top -- lower -- a gripper -- nine -- nine -- ' -- this -- fixing -- making -- a bolt -- ten -- ten -- ' -- a nut (not shown) -- connecting -- having . Therefore, since each portion is connected without locking means (lockingmember) like a bolt, the conductor pipe 26 can minimize the loss of RF energy.

[0053]Drawing 4 is a perspective diagram of E shape ring which is a fixing means for fixing to elliptical the rotation inductor 4 and the fixed inductor 5 which are shown in drawing 2 and drawing 5.

[0054]As shown in drawing 2, E shape ring 11 of RF matching device 1 is arranged so that a constant interval may leave the coil winding of the conductor pipe 26 which forms the rotation inductor 4 and the fixed inductor 5.

[0055]E shape ring 11 must make capacity small so that the influence which it has on the magnetic field generated by the rotation inductor 4 and the fixed inductor 5 may serve as the minimum. When heat resistance and conductivity are taken into consideration, as for the construction material, it is preferred to use non-conducting construction material, for example, it is desirable. [ of a plastic or ceramics ]

[0056]Drawing 6 is a decomposition perspective diagram of the connecting part of the rotation inductor 4 shown in drawing 2.

[0057]Since the rotation inductor 4 is respectively connected with the input edge of the fixed capacitor 3, or the outgoing end of the fixed inductor 5 and the rotation inductor 4 rotates repetitively by 180-degree within the limits, In order to prevent this with a possibility that a connecting part may be fractured, according to this invention, as shown in drawing 6, it has a connecting part in the end of the both sides of the rotation inductor 4.

[0058]As shown in drawing 6, the lead connecting part of the rotation inductor 4 connected with the input edge of the fixed capacitor 3, The mount 25 for equipping with the end of the rotation inductor 4, and the stopper 21 for maintaining the end of the rotation inductor 4 to a prescribed position at the time of rotation, The rotary support part 22 containing many leads 27 and the rotary support part 22 are incorporated, and it comprises an output connecting part (not shown) which connects the fixed capacitor 3 and the lead 27 by using the elastic plate 20 which has the contact portion 23 to support, and the connecting part containing the lead connecting member 7.

[0059]The current generated while the rotation inductor rotated flows in the direction of C, and is outputted to the fixed capacitor 3 through the output connecting part connected with the lead 27. Therefore, the lead 27 can operate well, without fracturing the rotation inductor 4 in a driving range (180 degrees).

[0060]The lead connecting part of the rotation inductor 4 connected with the outgoing end of the fixed inductor 5 has the same structure as the lead connecting part of the rotation inductor 4 connected with the input edge of the fixed capacitor 3. The lead connecting part connected with the axis of the motor which is arranged at the other end and made to rotate the rotation inductor 4 is an exception.

[0061]While the matching device 1 of this invention for adjusting load impedance and an input impedance is operating, a controller, As shown in drawing 1, according to the electric signal from PM sensing board 17, the vertical position and angle of rotation of the rotation inductor 4 are determined, and an actuator like the motor made to rotate the rotation inductor 4 is made to generate a control signal. At this time, a controller calculates the inductance to which the rotation inductor 4 and the fixed inductor

5 were adjusted as the angle of rotation of the rotation inductor 4, and a nonlinear function gestalt of a vertical position. Therefore, by the feedback process of how often, the rotation inductor 4 rotates in a position [ \*\*\*\* ], and is positioned until process chambers result in a stable state.

[0062]If it explains to details more, since the impedance of the RF charging dynamo 14 and the impedance of the process chambers 15 are adjusted, PM sensing board 17 of drawing 1 will adjust the variable inductor 16. It is most determined as the conditions of eyes whether RF matching device 1 has the voltage V supplied to the process chambers 15 from the RF charging dynamo 14 in the same phase as the current I. And it is determined [ of voltage and current ] as the second conditions whether a ratio (absolute ratio; i.e.,  $V/I$ ) has a specific value (for example, 50Ohms) absolutely.

[0063]The embodiment of PM sensing board 17 is shown in drawing 19.

[0064]Since RF energy P is most defined by  $V \times I \times \cos t$  about the conditions of eyes, when there is no phase contrast t between the voltage V and the current I, RF energy P generated from the RF charging dynamo 14 may be efficiently transmitted without a loss to the process chamber 15 at the maximum.

[0065]When the voltage V and the current I are proportional to the current respectively derived by the voltage and the inductor L1 of the capacitor C1, the phase contrast t between the voltage V and the current I may be detected by variable resistor VR1. When the current I and the voltage V are in the same phase mutually, resistance of resistor VR1 is adjusted so that the voltage which passed along resistor VR1 may be set to 0.

[0066]Therefore, if the current I shifts before the voltage V in a phase, the voltage which passed along resistor VR1 will be added. If the current I and the voltage V are in the same phase, the voltage which passed along resistor VR1 will be set to 0. If the current I shifts back from the voltage V, the voltage which passed along resistor VR1 will be subtracted. The circuit part which consists of component C1, L1, and R1-R5, D1, D2, and VR1 changes phase contrast into a direct-current DC value. In order that a motor (not shown) may adjust the relative position of the inductors 4 and 5 of the variable inductor 16 according to the voltage which passed along resistor VR1, it operates to a clockwise rotation or a counterclockwise rotation.

[0067]About the second conditions, the RF charging dynamo 14 must satisfy the load value (for example, 50Ohms) demanded specific because of an impedance match. When becoming the same as that of the load value (for example, 50Ohms) as which a  $V/I$  ratio is required with the output of the RF charging dynamo 14, resistance of variable resistor VR2 is adjusted so that the voltage which passed along resistor VR2 may be set to 0.

[0068]Therefore, if a  $V/I$  ratio becomes larger than the load value demanded, the voltage which passed along resistor VR2 will be added. The voltage which passed along resistor VR2 that it was the same as that of the load value as which a  $V/I$  ratio is required is set to 0. If a  $V/I$  ratio becomes smaller than the load value demanded, the voltage which passed along resistor VR2 will be subtracted. The circuit part which consists of component C1, L1, and R1-R5, D1, D2, and VR1 changes the  $V/I$  ratio of the RF charging dynamo 14 into a direct-current DC value. The voltage which passed along resistor VR2 operates a motor (not shown) to a clockwise rotation or a counterclockwise rotation, in order to adjust the relative position of the electrode of the variable capacitor 12. By this, a motor (not shown) adjusts the weighted solidity of the variable inductor 16 and the variable capacitor 12 according to PM sensing board 17.

[0069]Drawing 7 is Drawings in which the modification of the variable inductor 45 shown in drawing 2 explained previously is shown.

[0070]The variable inductor of this modification contains the fixed coil 130 and the rotation coil 133 which has the axis of rotation.

[0071]Although the fixed coil 130 and the rotation coil 133 are elliptic types respectively almost like the variable inductor 45 shown in drawing 2 and it is a spiral type, the coil itself comprises a single lead. In this embodiment, the winding of the coils 130 and 133 is mutually insulated with the insulating material coated on the lead used as a coil. It may be made to estrange using E shape ring like the previous variable inductor 45.

[0072]The outgoing end 132 of the fixed coil 130 is electrically connected with the input edge 135 of

the rotation coil 133. The input edge 310 of the fixed coil 130 and the outgoing end 134 of the rotation coil 133 are respectively connected with the outgoing end of the variable capacitor 12 and the input edge of the fixed capacitor 13 which are shown in drawing 1 electrically. The internal diameter of the fixed coil 130 is larger than the external diameter of the rotation coil 133.

[0073]By this, as shown in drawing 7, the rotation coil 133 can rotate on the magnetic flux line of the fixed coil 130. The inductance of a variable inductor is changed according to rotation of the rotation coil 133.

[0074]In order to arrange inside an RF matching device, the variable inductor as shown in drawing 7 can include various composition. For example, the fixing means which fixes the fixed coil 130 to a device, the motor which provides the power for rotating the rotation coil 133, the connecting mechanism which connects the axis of rotation of the rotation coil 133, etc. can be included. The fixed coil 130 and the rotation 133 can use an induced current, can also connect it in series electrically, and can also be connected in parallel.

[0075]Drawing 8 is a perspective diagram showing the variable inductor of the RF matching device by a 2nd embodiment of this invention.

[0076]The RF matching device by a 2nd embodiment is provided with a rectangular variable inductor with a band gestalt. Since other composition is the same as that of a 1st embodiment mentioned above, explanation is omitted.

[0077]This variable inductor contains it is the same with the axis of rotation 116 which is spiral with a band gestalt and runs through the rectangular fixed coil 110 and this fixed coil 110, and spiral with a band gestalt, and the rectangular rotation coil 113.

[0078]The inner diameter of the fixed coil 110 is larger than the outer diameter of the rotation 113. Therefore, the rotation coil 113 is arranged inside the fixed coil 110.

[0079]The input edge 111 of the fixed coil 110 and the outgoing end 115 of the rotation coil 113 are respectively connected with the outgoing end of the variable capacitor 12 and the input edge of the fixed capacitor 13 which are shown in drawing 1 electrically.

[0080]Here, the outgoing end 112 of the fixed coil 110 is electrically connected with the input edge 114 of the rotation coil 113 by the method of providing slider 112', as shown, for example in drawing 9. The outgoing end 115 of the rotation coil 113 is electrically connected with the input edge of a fixed capacitor by lead 115' passing through the inside of the axis of rotation 116, as shown, for example in drawing 9.

[0081]The fixed coil 110, the rotation coil 113, slider 112', etc. are formed of \*\*, aluminum, etc.

[0082]If a power supply is impressed to a variable inductor, the fixed coil 110 and the rotation coil 113 will generate magnetic flux respectively. Although the magnetic flux of the fixed coil 110 is a certain direction at this time, the magnetic flux of the rotation coil 113 makes the magnetic flux and angle of the fixed coil 110 like an angle of rotation, and each magnetic flux of the fixed coil 110 and the rotation coil 113 has an interaction, and changes magnetic flux. Thus, according to the angle of rotation of the rotation coil 113, the magnetic variable inductor whole flux is changed.

[0083]Many composition can be included in order to install the variable inductor of a 2nd embodiment of this invention in an RF matching device. For example, the fixing means which fixes the fixed coil 110 to a device, the motor made to rotate the rotation coil 113, and the connecting mechanism which connects the axis of rotation 116 of the rotation coil 113 and the axis of a motor can be included. And the fixed coil 110 and the rotation coil 113 may be connected mutual series or in parallel electrically.

[0084]Drawing 10 is a graph which shows the inductance characteristic of the variable unit of the RF matching device by a 2nd embodiment of this invention. If it is respectively located in an identical angle so that magnetic flux may occur in a uniform direction in the fixed coil 110 and the rotation coil 113 of a variable inductor, if drawing 10 is referred to, since the magnetic variable inductor whole flux at that time becomes the maximum, inductance will also be set to the maximum  $L_{max}$ . Here, if the rotation coil 113 begins to rotate to one way, the magnetic variable inductor whole flux will decrease, and whole inductance will also decrease.

[0085]If rotation of the rotation coil 113 will be  $\pi/2$ , the magnetic flux of the fixed coil 110 and the

rotation coil 113 will intersect perpendicularly, and the influence by mutual magnetism flux will be minimized. therefore, the inductance of a variable inductor becomes almost the same as that of the result which adds the inductance of fixed coil 110 and rotation coil 113 each at this time. In such a case, also when rotation of the rotation coil 113 is set to  $3\pi/2$ , it generates identically.

[0086]if rotation of the rotation coil 113 is set to  $\pi$  -- the magnetic flux of the fixed coil 110 and the rotation coil 113 -- a mutual opposite direction -- becoming . The whole variable inductor inductance is set to minimum  $L_{min}$  at this time. Next, if rotation of the rotation coil 113 is set to  $2\pi$ , the whole variable inductor inductance will be set to the maximum  $L_{max}$  once again. Thus, the whole variable inductor inductance is changed according to rotation of the rotation coil 113.

[0087]While an article (article: article) like a wafer is put into the inside of the process chambers 15 and RF matching device 1 operates, a controller determines the vertical position and angle of rotation of a rotation inductor according to the electric signal from PM sensing board 17. And a controller makes an actuator like the motor for rotation of a rotation inductor generate a control signal. By this, a rotation inductor rotates in a suitable position for RF charging dynamo and the process chambers 15 to consistent, and comes to be located.

[0088]Drawing 11 is a perspective diagram showing the variable inductor of the RF matching device by a 3rd embodiment of this invention. Since other composition is the same as that of a 1st embodiment mentioned above, explanation is omitted.

[0089]When drawing 11 is referred to, the variable inductor by a 3rd embodiment of an RF matching device is a rectangle of a band gestalt, are the spiral type fixed coil 140 and a rectangle of a band gestalt, and comprises the spiral type moving coil 143. It constant-interval-separates, and it is located and the fixed coil 140 and the moving coil 143 are opposite located in a uniform direction so that magnetic flux may occur.

[0090]As shown in drawing 11, the moving coil 143 can carry out horizontal migration in parallel with the fixed coil 140. The outgoing end 142 of the fixed coil 140 and the input edge 144 of the moving coil 143 are connected electrically. The input edge 141 of the fixed coil 140 and the outgoing end 145 of the moving coil 143 are electrically connected with the outgoing end of the variable capacitor 12 and the input edge of the fixed capacitor 13 which are respectively shown in drawing 1.

[0091]If a power supply is impressed to a variable inductor, the fixed coil 140 and the moving coil 143 will generate magnetic flux respectively. If the moving coil 143 carries out horizontal migration at this time, the magnetic flux of the fixed coil 140 and the moving coil 143 will affect it so that whole magnetism flux may change in proportion to a mutual quantity on which it is superimposed. Therefore, according to the quantity which is adjusted by movement of the moving coil 143 and on which it is superimposed, the magnetic variable inductor whole flux is changed, and inductance is also changed by this.

[0092]On the other hand, the fixed coil 140 and the moving coil 143 may make an opposite direction generate magnetic flux. The fixed coil 140 and the moving coil 143 can also be connected in series electrically, and can also be connected in parallel. When actually applying the variable inductor which has such composition to a device, many composition can be included as occasion demands. For example, the fixing means which fixes the fixed coil 140 to a device, a transportation device provided with the motor to which the moving coil 143 is moved, etc. can be included.

[0093]Drawing 12 is a graph which shows the inductance characteristic of the variable inductor by this 3rd embodiment.

[0094]If drawing 12 is referred to, when the magnetic flux of the fixed coil 140 and the moving coil 143 will have a uniform direction and will face each other, the magnetic flux of the fixed coil 140 and the moving coil 143 is superimposed thoroughly. Whole inductance is set to the maximum  $L_{max}$  at this time. The inductance of a variable inductor decreases, so that the area of the magnetic flux on which the moving coil 143 carries out horizontal migration, and it is superimposed between the fixed coil 140 and the moving coil 143 decreases. Whole inductance will be set to minimum  $L_{min1}$  if the moving coil 143 results in the position of the like on which magnetic flux does not have an interaction which distance  $d_{th}$  has.

[0095]On the other hand, the inductance of a variable inductor decreases, so that the magnetic flux of the fixed coil 140 and the moving coil 143 increases, when the fixed coil 140 and the moving coil 143 generate the magnetic flux of a mutual opposite direction respectively. Namely, when thoroughly superimposed on the magnetic flux of the fixed coil 140 and the moving coil 143, Inductance will be set to maximum  $L_{\max 2}$  if the moving coil 143 results in the position which inductance has minimum  $L_{\min 2}$  and has the distance  $d_{th}$  to the extent that it hardly has an interaction without the portion superimposed on magnetic flux.

[0096]Drawing 13 is a perspective diagram showing the variable inductor of the RF matching device by a 4th embodiment of this invention. Since other composition is the same as that of a 1st embodiment mentioned above, explanation is omitted.

[0097]Reference of drawing 13 will constitute the variable inductor in a 4th embodiment from the fixed coil 160 of being circular and a spiral type, and the moving coil 163 of being circular and a spiral type. The winding of the fixed coil 160 has sufficient width so that it may be inserted between each winding of a pair of of the moving coil 163. In a top, the moving coil 163 is lower-moved so that it may be located in the upper region of the fixed coil 160 and may pile up between the winding of the fixed coil 160, or so that it may not pile up.

[0098]The outgoing end 161 of the fixed coil 160 and the input edge 164 of the moving coil 163 are connected electrically.

[0099]The input edge 162 of the fixed coil 160 and the outgoing end 165 of the moving coil 163 are electrically connected with the outgoing end of the variable capacitor 12 and the input edge of the fixed capacitor 13 which are respectively shown in drawing 1. The fixed coil 160 and the moving coil 163 are located so that magnetic flux may occur in a uniform direction. On the other hand, although it was made for the magnetic flux of the fixed coil 160 and the moving coil 163 to have a uniform direction, magnetic flux can have a mutual opposite direction. And the fixed coil 160 and the moving coil 163 can be connected in series or in parallel electrically.

[0100]According to the superposition grade between the fixed coil 160 and the moving coil 163 which are adjusted by lower movement, whole variable inductor magnetic flux and inductance are changed on the moving coil 163.

[0101]The characteristic of the inductance by a 4th embodiment is similar to the inductance of the variable inductor of a 3rd embodiment shown in drawing 12.

[0102]When applying the variable inductor which has such composition to an implementation device, many composition can be included as occasion demands. For example, the fixing means which fixes the fixed coil 160 to a device, a transportation device provided with the motor to which the moving coil 163 is moved, etc. can be included.

[0103]Drawing 14 is a perspective diagram showing the variable inductor of the RF matching device by a 5th embodiment of this invention. Since other composition is the same as that of a 1st embodiment mentioned above, explanation is omitted.

[0104]The variable inductor of the RF matching device by a 5th embodiment contains the rotation magnetic-shielding board 173 of the rectangle arranged inside the spiral fixed coil 170 and the fixed coil 170 in the rectangle of a band gestalt.

[0105]The rotation magnetic-shielding board 173 has the axis of rotation 174 which runs through the fixed coil 170. The input edge 171 and the outgoing end 12 of the fixed coil 170 are electrically connected with the outgoing end of the variable capacitor 12 and the input edge of the fixed capacitor 13 which are respectively shown in drawing 1.

[0106]If a power supply is impressed to a variable inductor, the fixed coil 170 will generate magnetic flux. Since the magnetic flux of the fixed coil 170 is fixed to a certain direction at this time, the magnetic flux of a variable inductor is changed according to the angle of rotation of the magnetic-shielding board 173. Therefore, the inductance of a variable inductor is changed.

[0107]When applying the variable inductor which has such composition to an implementation device, many composition can be included as occasion demands. For example, the fixing means which fixes the fixed coil 170 to an RF matching device, the motor made to rotate the rotation magnetic-shielding board

173, the connecting mechanism which connects the axis 174 of the magnetic-shielding board 173 and the axis of a motor, etc. can be included.

[0108]Drawing 15 is a graph which shows the inductance characteristic of the variable inductor by a 5th embodiment.

[0109]If the rotation magnetic-shielding board 173 is located in early stages so that it may become vertical to the direction of the magnetic flux of the fixed coil 170, if drawing 15 is referred to, most magnetic flux by the fixed coil 170 will be covered, and the inductance of a variable inductor will be set to minimum  $L_{min}$ . If the rotation magnetic-shielding board 173 begins to rotate to one way, the amount of magnetic flux cover will decrease and the inductance of a variable inductor will increase.

[0110]If rotation of the rotation magnetic-shielding board 173 will be  $\pi/2$ , the fixed coil 170 and the magnetic-shielding board 173 will intersect perpendicularly, the amount of magnetic shielding with the magnetic-shielding board 173 will become the minimum, and the inductance of a variable inductor will be set to the maximum  $L_{max}$ . In such a case, it is the same also when rotation of the rotation magnetic-shielding board 173 is set to  $3\pi/2$ .

[0111]If rotation of the rotation magnetic-shielding board 173 is set to  $\pi$ , the amount of magnetic shielding will become the maximum and the whole variable inductor inductance will be set to minimum  $L_{min}$ . If the rotation magnetic-shielding board 173 rotates  $2\pi$ , the inductance of a variable inductor will be set to the minimum  $L_{min}$  same once again as the first stage. Thus, the inductance of a variable inductor is changed according to rotation of the rotation magnetic-shielding board 173.

[0112]Drawing 16 is a perspective diagram showing the variable inductor of the RF matching device by a 6th embodiment of this invention. Other composition is the same as that of a 1st embodiment mentioned above.

[0113]The variable inductor of the RF matching device by a 6th embodiment contains the spiral type fixed coil 190 and the circular rotation magnetic-shielding board 193 circularly.

[0114]The rotation magnetic-shielding board 193 located so that it could rotate on the magnetic flux of the fixed coil 190 has the axes of rotation 194 and 195 so that it may correspond to both sides. The input edge 191 and the outgoing end 192 of the fixed coil 190 are electrically connected with the outgoing end of the variable capacitor 12 and the input edge of the fixed capacitor 13 which are shown in drawing 1.

[0115]If impressed by a power supply at a variable inductor, the magnetic flux by the fixed coil 190 will occur. Since the magnetic flux of the fixed coil 190 is fixed to a certain direction at this time, the magnetic flux of a variable inductor is changed according to the angle of rotation of the rotation magnetic-shielding board 193. The inductance of a variable inductor is changed by this.

[0116]The inductance characteristic of the variable inductor of this 6th embodiment is similar to the inductance of the variable inductor of a 5th above-mentioned embodiment shown in drawing 15.

[0117]When applying the variable inductor which has such composition to an implementation device, many composition can be included as occasion demands. For example, \*\*, such as a fixing means which fixes the fixed coil 190 to an RF matching device, a motor made to rotate the rotation magnetic-shielding board 193, and connecting mechanism which connects the axes 194 and 195 of the magnetic-shielding board 193 and the axis of a motor, can be included.

[0118]Drawing 17 is a perspective diagram showing the variable inductor of the RF matching device by a 7th embodiment of this invention. Other composition is the same as that of a 1st embodiment mentioned above.

[0119]The variable inductor of the RF matching device by a 7th embodiment comprises the stationary plate 1130 to which the spiral type variable coil 1100 and the variable coil 1100 are fixed circularly, and the move bar 1140 which can adjust the length of the variable coil 1100.

[0120]The move bar 1140 passes the stationary plate 1130, passes through the central part of the variable coil 1100, and is fixed to the end 1100 of the variable coil 1100. The other end 1120 of the variable coil 1100 is fixed to the stationary plate 1130. The both ends 1110 and 1120 of the variable coil 1100 are electrically connected with \*\*\*\*\* of the variable capacitor 12 and the input edge of the fixed capacitor 13 which are respectively shown in drawing 1.

[0121]By doing front/sternway of the move bar 1140 within the limits of the migration length  $d$ , the

length of the variable coil 1100 can be adjusted and a variable inductance is changed by this.

[0122]Drawing 18 is a graph which shows the inductance characteristic curve of the variable inductor of this 7th embodiment. When drawing 18 is referred to and the length of the variable coil 1100 is the minimum, inductance is set to the maximum  $L_{max}$ , and inductance is set to minimum  $L_{min}$  when the length of the variable coil 1100 is the maximum.

[0123]When applying the variable inductor which has such composition to an implementation device, many composition can be included as occasion demands. For example, the connecting mechanism etc. which connect the axis of the motor to which the move bar 1140 is moved, and the move bar 1140 and a motor can be included.

[0124]As explained above, the RF matching device of this invention changes change of magnetic flux, i.e., inductance, by changing a relative distance or angle between two coils or between one coil and one shield. Magnetic flux is changed by making the length of a coil change, maintaining the fixed number of turns.

[0125]And in the etching device and evaporation apparatus which use these variable inductors in semiconductor device manufacture, a surface treatment plasma device, and various devices like the plasma scrubber from which a pollution source is removed using plasma, It enables it to work an article, for example, a wafer, polluted gas, a module, etc. under a stable process condition by applying impedance, such as RF load and RF chamber, and the impedance of RF sauce to the RF matching device for consistency.

[0126]The composition and operation of a variable inductor which were shown in each embodiment mentioned above are only an example of this invention. Therefore, it is well-known that it can change and change variously in the range which does not deviate from the technical range of this invention at a person skilled in the art.

[0127]

[Effect of the Invention]As explained above, since this invention carries out variable control of the inductance by superposition or magnetic shielding of magnetic flux, when it can carry out variable control of the inductance easily and high frequency high power is used for it, it is suitable for the impedance match of RF sauce and RF chamber.

[0128]The RF matching device of this invention can contract the impedance match time of RF sauce and RF chamber by the semiconductor device manufacturing process which uses plasma, and applying several kinds to a half-relative device manufacturing installation, and can prevent the shortened service life of the device by excessive heat dissipation.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a circuit diagram which uses an RF matching device.

[Drawing 2]It is a perspective diagram of the RF matching device by this invention.

[Drawing 3]It is a perspective diagram showing the structure of the connection part of the member which constitutes the FRF matching device shown in drawing 2.

[Drawing 4]It is a perspective diagram of 'E' shape ring of the fixing means of the fixed inductor of an RF matching device, and a rotation inductor shown in drawing 2.

[Drawing 5]It is a figure showing the composition of the rotation inductor shown in drawing 2, and a fixed inductor.

[Drawing 6]It is a decomposition perspective diagram of the connecting part of the rotation inductor shown in drawing 2.

[Drawing 7]It is a perspective diagram of a fixed inductor and a rotation inductor which constitutes the variable inductor by one embodiment which constitutes the RF matching device shown in drawing 2.

[Drawing 8]It is a perspective diagram of the variable inductor by other embodiments of this invention.

[Drawing 9]The coil of drawing 8 is a figure showing the embodiment of the method connected electrically.

[Drawing 10]It is a graph which shows roughly the inductance characteristic curve of the variable inductor shown in drawing 8.

[Drawing 11]It is a perspective diagram of the variable inductor by other embodiments of this invention.

[Drawing 12]It is a graph which shows roughly the inductance characteristic curve of the variable inductor shown in drawing 11.

[Drawing 13]It is a perspective diagram of the variable inductor by other embodiments of this invention.

[Drawing 14]It is a perspective diagram of the variable inductor by other embodiments of this invention.

[Drawing 15]It is a graph which shows roughly the inductance characteristic curve of the variable inductor shown in drawing 14.

[Drawing 16]It is a perspective diagram of the variable inductor by other embodiments of this invention.

[Drawing 17]It is a perspective diagram of the variable inductor by other embodiments of this invention.

[Drawing 18]It is a graph which shows roughly the inductance characteristic curve of the variable inductor shown in drawing 17.

[Drawing 19]It is a figure showing the embodiment of PM sensing board.

[Description of Notations]

1 -- Matching device

2, 12 -- Variable capacitor



3, 13 -- Fixed capacitor  
4 -- Rotation inductor  
5 -- Fixed inductor  
6 -- Shield  
7 -- Connecting member  
8 -- Output terminal  
9 -- Top gripper  
9' -- Bottom gripper  
10 -- Bolt  
11 -- Shape ring  
12, 112, 115, 132, 134, 142, 145, 161, 165 -- Outgoing end  
113, 133 -- Rotation coil  
14 -- Charging dynamo  
15 -- Process chambers  
16, 45 -- Variable inductor  
17 -- Sensing board  
20 -- Elastic plate  
21 -- Stopper  
22 -- Rotary support part  
23 -- Contact portion  
25 -- Mount  
26 -- Conductor pipe  
27 -- Lead  
110, 130, 140, 160, 170, 190 -- Fixed coil  
111, 114, 135, 141, 191, 310, 144, 162, 164, 171, 192 -- Input edge  
116 -- Axis of rotation  
143, 163 -- Moving coil  
173 -- Rotation magnetic-shielding board  
173 -- Magnetic-shielding board  
174 -- Axis of rotation  
193 -- Rotation magnetic-shielding board  
193 -- Magnetic-shielding board  
194, 195 -- Axis of rotation  
1100 -- Variable coil  
1130 -- Stationary plate  
1140 -- Move Bar

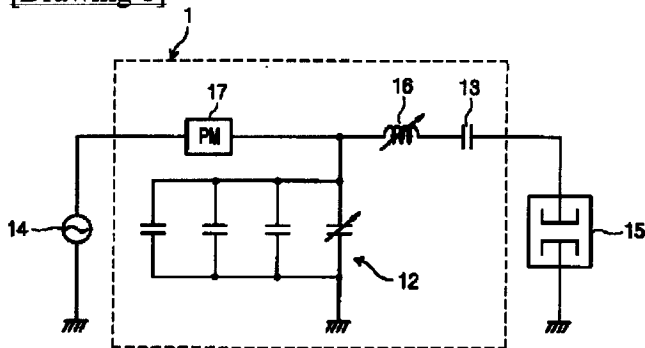
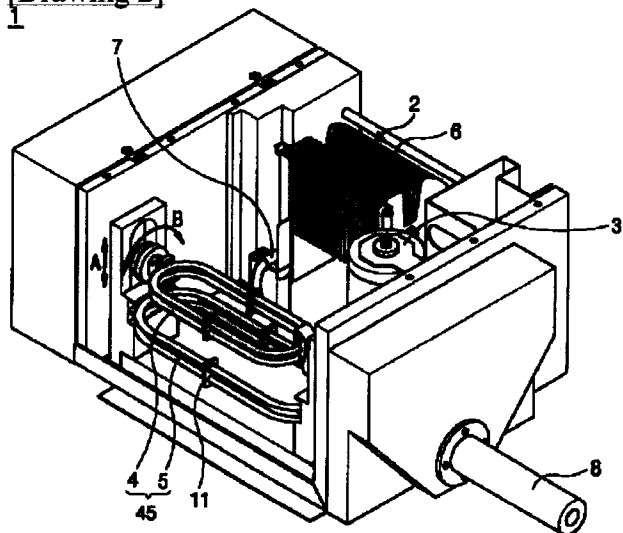
---

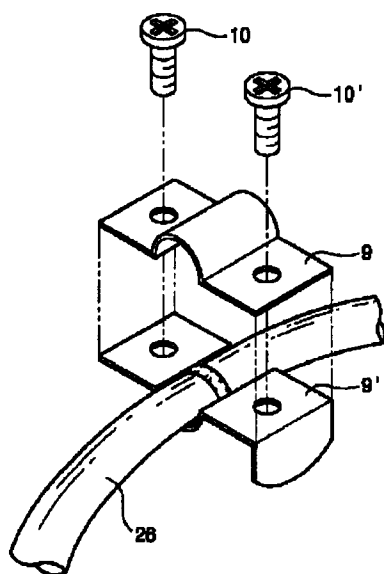
[Translation done.]

**\* NOTICES \***

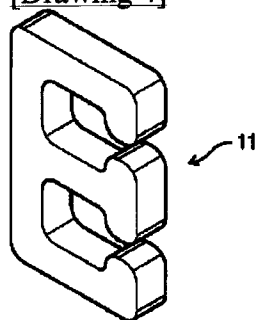
JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

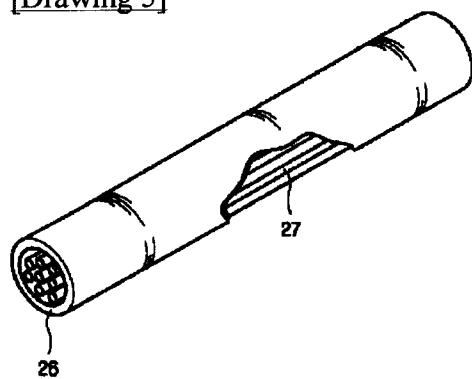
**DRAWINGS**[Drawing 1][Drawing 2][Drawing 3]



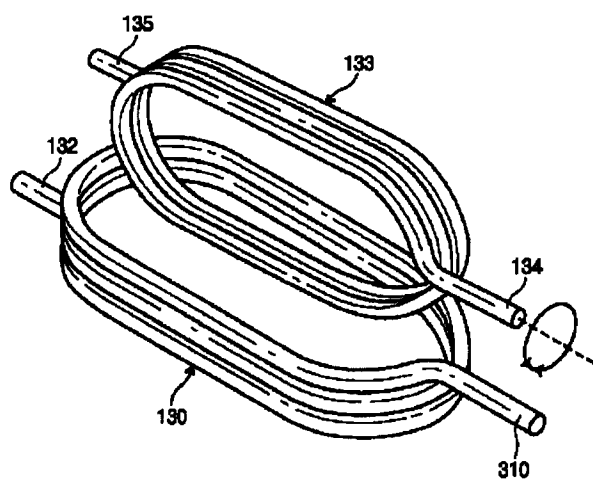
[Drawing 4]



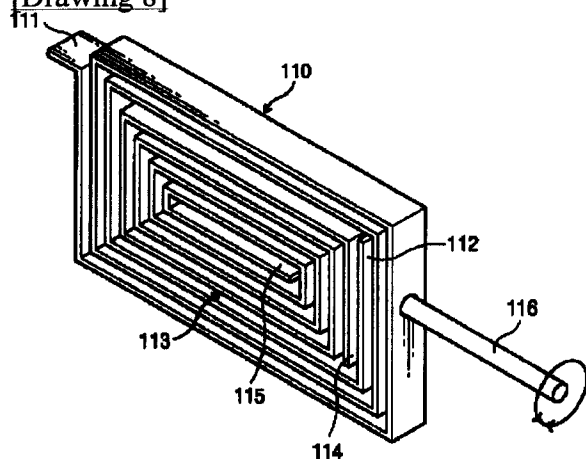
[Drawing 5]



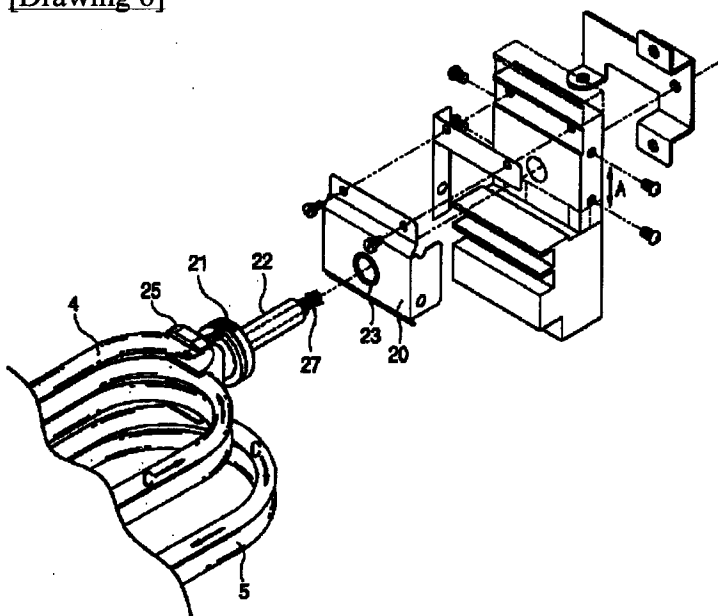
[Drawing 7]



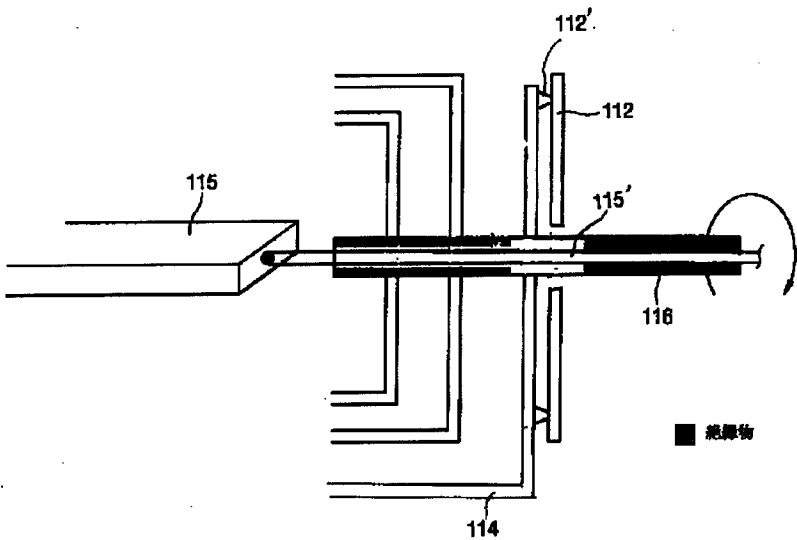
[Drawing 8]



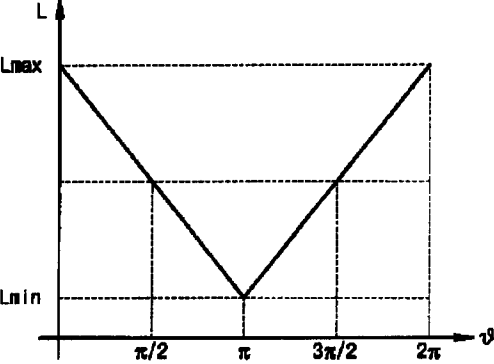
[Drawing 6]



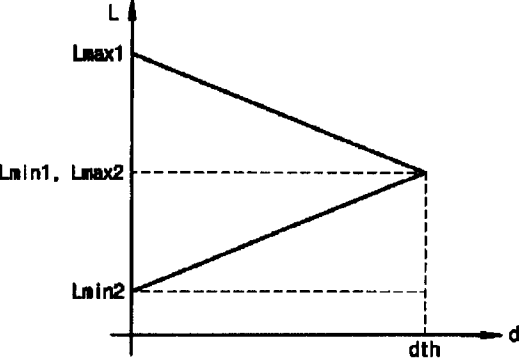
[Drawing 9]



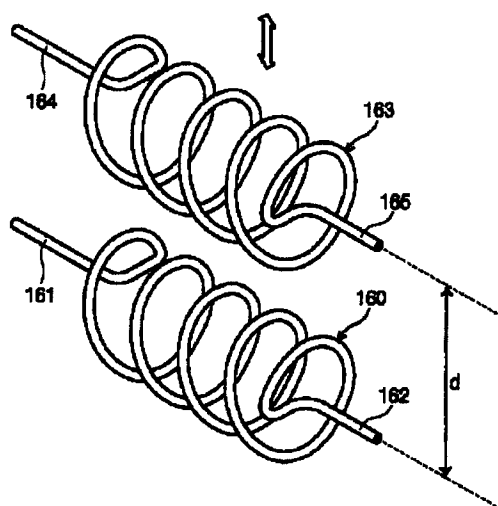
[Drawing 10]



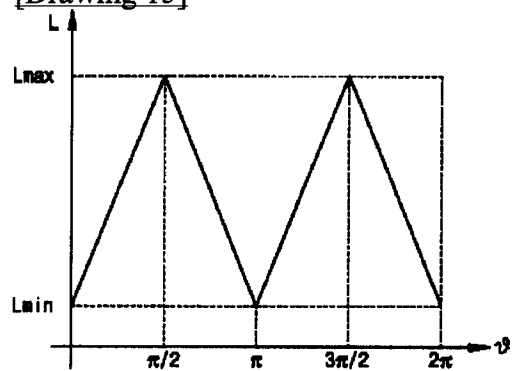
[Drawing 12]



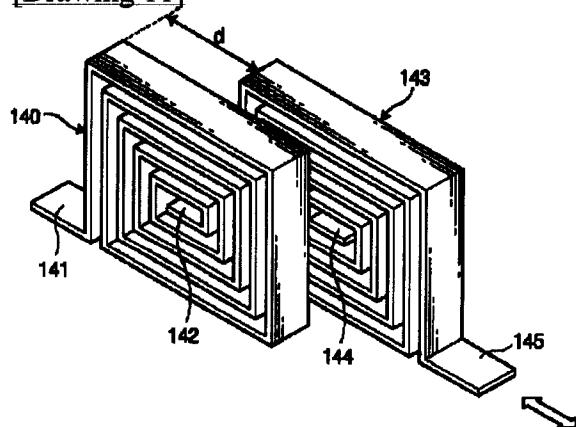
[Drawing 13]



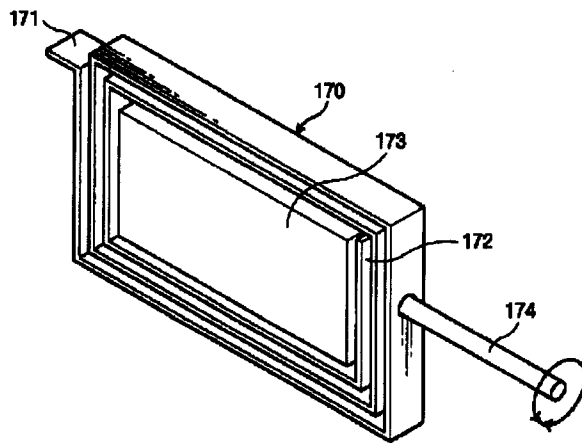
[Drawing 15]



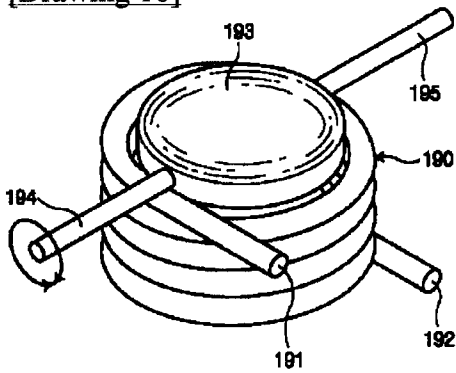
[Drawing 11]



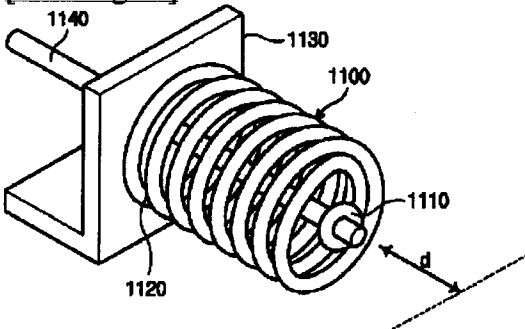
[Drawing 14]



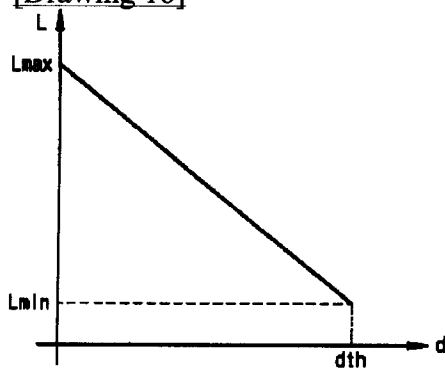
[Drawing 16]



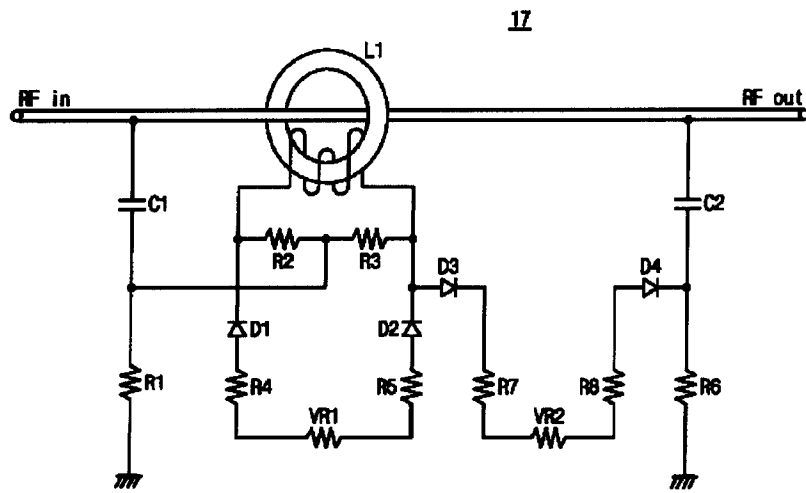
[Drawing 17]



[Drawing 18]



[Drawing 19]



[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-176035  
(P2002-176035A)

(43) 公開日 平成14年6月21日 (2002.6.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 1 L 21/3065		H 0 1 L 21/205	5 F 0 0 4
	21/205	H 0 3 J 1/06	Z
H 0 3 J 1/06		H 0 5 H 1/46	R
H 0 5 H 1/46		H 0 1 L 21/302	B

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-253221(P2001-253221)  
(22) 出願日 平成13年8月23日 (2001.8.23)  
(31) 優先権主張番号 0 0 P 4 9 9 0 8  
(32) 優先日 平成12年8月26日 (2000.8.26)  
(33) 優先権主張国 韓国 (K R)  
(31) 優先権主張番号 0 0 P 6 9 3 6 6  
(32) 優先日 平成12年11月21日 (2000.11.21)  
(33) 優先権主張国 韓国 (K R)  
(31) 優先権主張番号 0 1 P 0 9 3 8 4  
(32) 優先日 平成13年2月23日 (2001.2.23)  
(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839  
三星電子株式会社  
大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416  
(71) 出願人 501334475  
崔 大 圭  
大韓民国ソウル特別市江東區巖寺2洞506-7  
(72) 発明者 崔 大 圭  
大韓民国ソウル特別市江東區巖寺2洞506-7  
(74) 代理人 100072349  
弁理士 八田 幹雄 (外4名)

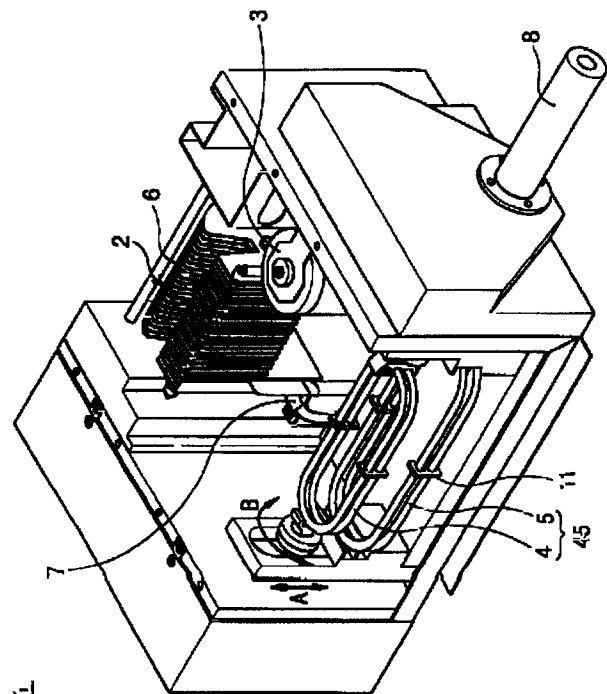
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 R F マッチング装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマを使用して半導体素子を製造する工程で R F ゼネレータとチャンバのインピーダンスを整合するのに使用する R F マッチング装置を提供する。

【解決手段】 回転インダクタ4と固定インダクタ5が直列に電氣的に連結され、互いに隣接した位置に位置された可変インダクタ45を有し、可変インダクタ4は固定インダクタ5の磁気フラックスに干渉されて磁気遮蔽されるように移動でき、これによってインダクタンスが調節される。本発明の R F マッチング装置はプラズマを使用する半導体工程に適用すると、整合時間を縮めることができ、過度の放熱による装置の寿命短縮を防止できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマを使用して半導体素子を製造する工程でRFゼネレータとチャンバのインピーダンスを整合するRFマッチング装置において、可変キャパシタ及び固定キャパシタに連結された可変インダクタを有し、

前記可変インダクタは、隣接するように配置され、互いに電氣的に連結された2つのインダクタからなり、

前記2つのインダクタのうち、いずれか1つによって形成された磁気フラックスが他のインダクタの磁気フラックスを干渉するように前記2つのインダクタのうち、少なくともいずれか1つは移動でき、これによって前記可変インダクタのインダクタンスが調節されることを特徴とするRFマッチング装置。

【請求項2】 前記2つのインダクタの各々は、楕円型かつ螺旋型に形成されたコイルよりなる固定インダクタ及び回転インダクタであり、

前記固定インダクタの一端は前記可変キャパシタに連結され、

前記固定インダクタの他端は前記回転インダクタの一端に連結され、前記回転インダクタの他端が前記固定キャパシタに連結され、

前記各々のインダクタに流れる電流は互いに反対方向であり、前記可変インダクタのインダクタンスは前記回転インダクタの回転角度に従って調節されることを特徴とする請求項1に記載のRFマッチング装置。

【請求項3】 前記回転インダクタと前記固定インダクタを構成する前記コイルは、いずれも所定間隔離れて螺旋形を形成するように固定する固定手段を含むことを特徴とする請求項2に記載のRFマッチング装置。

【請求項4】 前記固定手段は、前記コイルの巻線の間を一定間隔離れて配置されたE字型リングであることを特徴とする請求項3に記載のRFマッチング装置。

【請求項5】 前記E字型リングは、非導電性の材質であることを特徴とする請求項4に記載のRFマッチング装置。

【請求項6】 前記回転インダクタと前記固定インダクタのうち、少なくともいずれか一方は、前記回転インダクタと前記固定インダクタとの間を相対的に接近／離隔させる移送手段に取り付けられていることを特徴とする請求項2に記載のRFマッチング装置。

【請求項7】 前記コイルの間及び前記コイルと前記キャパシタの間の連結部位に連結部材を含み、前記連結部材の各々は半アーク形態のグリッパを含み、前記グリッパを固定する鎖錠部材を含むことを特徴とする請求項2に記載のRFマッチング装置。

【請求項8】 前記固定インダクタと前記回転インダクタは、銅又はアルミニウムで形成されることを特徴とする請求項2に記載のRFマッチング装置。

【請求項9】 前記コイルは、導電体管と前記導電体管

を突き抜ける多数の導線からなることを特徴とする請求項2に記載のRFマッチング装置。

【請求項10】 前記可変インダクタは、バンド形態で渦巻き状の長方形である固定コイルと、バンド形態で渦巻き状の長方形である回転コイルと、を有し、

前記固定コイルの一端は前記可変キャパシタと電氣的に連結され、

前記回転コイルの一端は前記固定コイルの他端と電氣的に連結され、前記回転コイルの他端は前記固定キャパシタと電氣的に連結され、

前記固定コイルと前記回転コイルの重畳される磁気フラックスは前記回転コイルの回転角に従って増加、又は減少することを特徴とする請求項1に記載のRFマッチング装置。

【請求項11】 前記可変インダクタは、バンド形態で渦巻き状の長方形である固定コイルと、

前記固定コイルと並行に移動するバンド形態で渦巻き状の長方形である移動コイルと、を有し、

前記固定コイルの一端は前記可変キャパシタと電氣的に連結され、

前記移動コイルの一端は前記固定コイルの他端と電氣的に連結され、前記移動コイルの他端は前記固定キャパシタと電氣的に連結され、そして、前記固定コイルと前記移動コイルは互いに所定間隔離れて向き合い、

前記固定コイルと前記移動コイルの重畳される磁気フラックスは前記移動コイルの移動によって調節される前記固定コイルと前記移動コイルの間の重畳される幅に従って可変されることを特徴とする請求項1に記載のRFマッチング装置。

【請求項12】 前記可変インダクタは、円形で螺旋型の固定コイルと、

円形で螺旋型の移動コイルと、を有し、

前記固定コイルの一端は前記可変キャパシタと電氣的に連結され、

前記移動コイルは前記固定コイルの上部に位置し、前記固定コイルの巻線の上に重畳又は分離されるように上、下に移動でき、前記移動コイルの一端は前記固定コイルの他端と電氣的に連結され、前記移動コイルの他端は前記固定キャパシタと電氣的に連結され、そして、前記固定コイルの巻線は前記移動コイルの巻線の上に挿入されるようにするための巻幅を有し、

前記固定コイルと前記移動コイルの重畳される磁気フラックスは前記移動コイルの上、下移動によって調節される前記固定コイルと移動コイルの間の重畳幅に従って可変されることを特徴とする請求項1に記載のRFマッチング装置。

【請求項13】 プラズマを使用して半導体素子を製造する工程でRFゼネレータとチャンバのインピーダンスを整合するRFマッチング装置において、

可変キャパシタ及び固定キャパシタに連結され、バンド形態の長方形で、かつ渦巻き状の固定コイルと、前記固定コイルに配置された長方形形態の磁気遮蔽板と、前記遮蔽板は前記固定コイルを突き抜ける軸と、を含む可変インダクタを有し、前記固定コイルと前記遮蔽板のうち、少なくともいずれか1つは前記遮蔽板が前記固定コイルの磁気フラックスを遮断するように移動できるように設置され、これによって前記可変インダクタのインダクタンスが可変されることを特徴とするRFマッチング装置。

【請求項14】 前記固定コイルの第1と第2末端は、各々前記可変キャパシタと前記固定キャパシタに電氣的に連結され、前記可変インダクタの磁気フラックスは前記遮蔽板の回転角に従って可変されることを特徴とする請求項13に記載のRFマッチング装置。

【請求項15】 プラズマを使用して半導体素子を製造する工程でRFゼネレータとチャンバのインピーダンスを整合するRFマッチング装置において、可変キャパシタ及び固定キャパシタに連結され、一定のコイル巻数を有する円形で螺線型の固定コイルと、前記固定コイルの磁気フラックスの上に配置される円形の磁気遮蔽板と、を含む可変インダクタを有し、前記遮蔽板は両側に軸を有し、前記固定コイルと前記遮蔽板のうち、少なくともいずれか1つは前記遮蔽板が前記固定コイルの磁気フラックスを遮断するように移動できるように設置され、これによって前記可変インダクタのインダクタンスが可変されることを特徴とするRFマッチング装置。

【請求項16】 前記固定コイルの第1と第2末端は、各々前記可変キャパシタと前記固定キャパシタに電氣的に連結され、前記可変インダクタの磁気フラックスは前記遮蔽板の回転角に従って可変されることを特徴とする請求項15に記載のRFマッチング装置。

【請求項17】 プラズマを使用して半導体素子を製造する工程でRFゼネレータとチャンバのインピーダンスを整合するRFマッチング装置において、可変キャパシタ及び固定キャパシタに連結され、円形で螺線型の可変コイルと、前記可変コイルの一端が固定される固定板と、前記固定板と前記可変コイルの中心部を突き抜けて前記可変コイルの他端に固定されるバーと、を含む可変インダクタを有し、前記バーは前記可変コイルの長さを可変させることを特徴とするRFマッチング装置。

【請求項18】 前記固定コイルの一端と他端は各々前記キャパシタと前記固定キャパシタに電氣的に連結され、前記可変インダクタの磁気フラックスは前記バーの移動によって調節される前記可変コイルの長さに従って可変されることを特徴とする請求項17に記載のRFマ

ッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、RFマッチング装置に関し、とくにプラズマを使用して半導体装置製造工程で用いられているRFゼネレータとチャンバのインピーダンスを整合するのに使用するRFマッチング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的に、プラズマ強化半導体ウェーハ工程システムは、プラズマ強化工程が半導体ウェーハに対して実施されるプラズマ反応チャンバを含む。

【0003】反応チャンバの内部にプラズマを発生させるためには、反応ガスをチャンバ内に供給すると同時に高電力のRF(Radio Frequency:高周波)信号を加えなければならない。

【0004】この工程が要求する水準にプラズマが均一に維持されるためには、工程チャンバに供給するRFエネルギーを安定的に供給しなければならない。このために、RFマッチング装置をRFゼネレータのインピーダンスとチャンバ環境のインピーダンスを整合するために使用する。しかし、チャンバ環境のインピーダンスがよく変わるので、これに従ってRFマッチング装置を調節しなければならない。

【0005】従来のRFマッチング装置はコイルの一定部分を遮蔽板(shield blade)で遮って可変インダクタの値を調節する方法を使用している。各々のコイルの間に分布されている遮蔽板は固定コイルのように作用する。可変インダクタのインダクタンスを調節するためには遮蔽板の位置を従来のフィードバック技術を使用して調節する。

【0006】しかし、RFゼネレータとチャンバの間のRFエネルギーを整合するのに多くの時間がかかり、可変インダクタは過度の熱を発生させる。一方、遮蔽板は回転するブレード(blade)によって電流の流れを遮蔽する構造であるので、ブレードに熱が伝達され、ブレードの表面が酸化されるに従ってアークがよく発生し、接触部の接触抵抗が大きくなって損失が発生して、結果的にRFマッチングの効率が低下する。一方、金属材料の遮蔽板はRF整合に至るのにより多くの時間がかかる。

【0007】又、遮蔽板に熱が発生した状態で持続的に使用すると、遮蔽板の表面にコーティング処理された銀膜が炭素膜に変わって、固定コイルの磁界を遮蔽するための遮蔽ブレードの遮蔽機能が低下して、整合を制御しにくい。熱発生による効率低下問題を解決するために固定コイルを熱損失が少ない物質で構成しようとしたが、インダクタンスが相対的に少なく、むしろRF整合効率は低下する問題点が発生した。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、前述の問題点を解決するためのものであり、発熱量が少なく、アークが発生せず、しかも寿命の長いインダクタを備えるRFマッチング装置を提供することである。

【0009】本発明の目的は、可変制御が容易であり、高周波高電力で使用するのに適合した可変インダクタを備えるRFマッチング装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】前述の目的を達成するために、下記の構成を有する。

【0011】(1) プラズマを使用して半導体素子を製造する工程でRFゼネレータとチャンバのインピーダンスを整合するRFマッチング装置において、可変キャパシタ及び固定キャパシタに連結された可変インダクタを有し、前記可変インダクタは、隣接するように配置され、互いに電氣的に連結された2つのインダクタからなり、前記2つのインダクタのうち、いずれか1つによって形成された磁気フラックス (magnetic flux) が他のインダクタの磁気フラックスを干渉するように前記2つのインダクタのうち、少なくともいずれか1つは移動でき、これによって前記可変インダクタのインダクタンスが調節されることを特徴とするRFマッチング装置。

【0012】(2) 前記2つのインダクタの各々は、楕円型かつ螺旋型に形成されたコイルよりなる固定インダクタ及び回転インダクタであり、前記固定インダクタの一端は前記可変キャパシタに連結され、前記固定インダクタの他端は前記回転インダクタの一端に連結され、前記回転インダクタの他端が前記固定キャパシタに連結され、前記各々のインダクタに流れる電流は互いに反対方向であり、前記可変インダクタのインダクタンスは前記回転インダクタの回転角度に従って調節されることを特徴とする。

【0013】(3) 前記回転インダクタと前記固定インダクタを構成する前記コイルは、いずれも所定間隔離れて螺旋形を形成するように固定する固定手段を含むことを特徴とする。

【0014】(4) 前記固定手段は、前記コイルの巻線の間を一定間隔離れて配置されたE字型リングであることを特徴とする。

【0015】(5) 前記E字型リングは、非導電性の材質であることを特徴とする。

【0016】(6) 前記回転インダクタと前記固定インダクタのうち、少なくともいずれか一方は、前記回転インダクタと前記固定インダクタとの間を相対的に接近／離隔させる移送手段に取り付けられていることを特徴とする。

【0017】(7) 前記コイルの間及び前記コイルと前記キャパシタの間の連結部位に連結部材を含み、前記連結部材の各々は半アーク形態のグリッパ (grippe

r) を含み、前記グリッパを固定する鎖錠部材を含むことを特徴とする。

【0018】(8) 前記固定インダクタと前記回転インダクタは、銅又はアルミニウムで形成されることを特徴とする。

【0019】(9) 前記コイルは、導電体管と前記導電体管を突き抜ける多数の導線からなることを特徴とする。

【0020】(10) 前記可変インダクタは、バンド (band) 形態で渦巻き状の長方形である固定コイルと、バンド形態で渦巻き状の長方形である回転コイルと、を有し、前記固定コイルの一端は前記可変キャパシタと電氣的に連結され、前記回転コイルの一端は前記固定コイルの他端と電氣的に連結され、前記回転コイルの他端は前記固定キャパシタと電氣的に連結され、前記固定コイルと前記回転コイルの重畳される磁気フラックスは前記回転コイルの回転角に従って増加、又は減少することを特徴とする。

【0021】(11) 前記可変インダクタは、バンド形態で渦巻き状の長方形である固定コイルと、前記固定コイルと並行に移動するバンド形態で渦巻き状の長方形である移動コイルと、を有し、前記固定コイルの一端は前記可変キャパシタと電氣的に連結され、前記移動コイルの一端は前記固定コイルの他端と電氣的に連結され、前記移動コイルの他端は前記固定キャパシタと電氣的に連結され、そして、前記固定コイルと前記移動コイルは互いに所定間隔離れて向き合い、前記固定コイルと前記移動コイルの重畳される磁気フラックスは前記移動コイルの移動によって調節される前記固定コイルと前記移動コイルの間の重畳される幅に従って可変されることを特徴とする。

【0022】(12) 前記可変インダクタは、円形で螺旋型の固定コイルと、円形で螺旋型の移動コイルと、を有し、前記固定コイルの一端は前記可変キャパシタと電氣的に連結され、前記移動コイルは前記固定コイルの上部に位置し、前記固定コイルの巻線の上に重畳又は分離されるように上、下に移動でき、前記移動コイルの一端は前記固定コイルの他端と電氣的に連結され、前記移動コイルの他端は前記固定キャパシタと電氣的に連結され、そして、前記固定コイルの巻線は前記移動コイルの巻線の上に挿入されるようにするための巻幅を有し、前記固定コイルと前記移動コイルの重畳される磁気フラックスは前記移動コイルの上、下移動によって調節される前記固定コイルと移動コイルの間の重畳幅に従って可変されることを特徴とする。

【0023】(13) プラズマを使用して半導体素子を製造する工程でRFゼネレータとチャンバのインピーダンスを整合するRFマッチング装置において、可変キャパシタ及び固定キャパシタに連結され、バンド形態の長方形で、かつ渦巻き状の固定コイルと、前記固定コイル

に配置された長方形形態の磁気遮蔽板と、前記遮蔽板は前記固定コイルを突き抜ける軸と、を含む可変インダクタを有し、前記固定コイルと前記遮蔽板のうち、少なくともいずれか1つは前記遮蔽板が前記固定コイルの磁気フラックスを遮断するように移動できるように設置され、これによって前記可変インダクタのインダクタンスが可変されることを特徴とするRFマッチング装置。

【0024】(14) 前記固定コイルの第1と第2末端は、各々前記可変キャパシタと前記固定キャパシタに電氣的に連結され、前記可変インダクタの磁気フラックスは前記遮蔽板の回転角に従って可変されることを特徴とする。

【0025】(15) プラズマを使用して半導体素子を製造する工程でRFゼネレータとチャンバのインピーダンスを整合するRFマッチング装置において、可変キャパシタ及び固定キャパシタに連結され、一定のコイル巻数を有する円形で螺旋型の固定コイルと、前記固定コイルの磁気フラックスの上に配置される円形の磁気遮蔽板と、を含む可変インダクタを有し、前記遮蔽板は両側に軸を有し、前記固定コイルと前記遮蔽板のうち、少なくともいずれか1つは前記遮蔽板が前記固定コイルの磁気フラックスを遮断するように移動できるように設置され、これによって前記可変インダクタのインダクタンスが可変されることを特徴とするRFマッチング装置。

【0026】(16) 前記固定コイルの第1と第2末端は、各々前記可変キャパシタと前記固定キャパシタに電氣的に連結され、前記可変インダクタの磁気フラックスは前記遮蔽板の回転角に従って可変されることを特徴とする。

【0027】(17) プラズマを使用して半導体素子を製造する工程でRFゼネレータとチャンバのインピーダンスを整合するRFマッチング装置において、可変キャパシタ及び固定キャパシタに連結され、円形で螺旋型の可変コイルと、前記可変コイルの一端が固定される固定板と、前記固定板と前記可変コイルの中心部を突き抜けて前記可変コイルの他端に固定されるバーと、を含む可変インダクタを有し、前記バーは前記可変コイルの長さを可変させることを特徴とするRFマッチング装置。

【0028】(18) 前記固定コイルの一端と他端は各々前記キャパシタと前記固定キャパシタに電氣的に連結され、前記可変インダクタの磁気フラックスは前記バーの移動によって調節される前記可変コイルの長さによって可変されることを特徴とする。

【0029】なお、本発明の装置は相対的な位置の変更によって可変インダクタのインダクタンスと磁気フラックスを様々に変更できる。例えば、2つのコイルの間又はコイルと磁気遮蔽板の間の相対的な角と距離を変更できる。又、本発明の装置は可変インダクタを形成するコイル巻線を有する磁気コイルの長さの変更によって可変インダクタの磁気フラックスを様々に変更できる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、添付した図を参照して、本発明の望ましい実施の形態を詳細に説明する。しかし、本発明の技術的な思想から逸脱しない範囲で様々に変化及び変更できる。

【0031】図1は、本発明を適用したRFマッチング装置を使用する装置の回路図である。

【0032】このRFマッチング装置1は、RFゼネレータ14で発生したRFエネルギーをプラズマ反応チャンバ又は工程チャンバ15のRFエネルギーに整合されるように調節する装置である。このような整合を、インピーダンス整合という。なお、工程チャンバとは、プラズマ処理を含めてその他の工程をも実施可能なチャンバを言う。

【0033】図1に示すように、RFマッチング装置1はRFゼネレータ14で発生したRFエネルギーを取り込んで、RFエネルギーを工程チャンバ15に供給する。

【0034】RFマッチング装置1は可変キャパシタ12、固定キャパシタ13、可変インダクタ16及びPM(phase magnitude)センシングボード17で構成される。PMセンシングボード17は可変インダクタ16を構成する2つのインダクタ(図2の4、5)の相対的な位置を制御してインピーダンスが整合されるようにする。又、RFマッチング装置1は可変キャパシタ12と可変インダクタ16の特性値を調節するコントローラ(図示しない)を含む。

【0035】図2は、本発明による第1の実施形態におけるRFマッチング装置の透視図である。

【0036】図2に示すように、RFマッチング装置1は、可変キャパシタ2、固定キャパシタ3及び可変インダクタ45で構成される。

【0037】RFゼネレータからRFマッチング装置1に伝達されたRFエネルギーは、可変キャパシタ2、可変インダクタ45、及び固定キャパシタ3を経て出力端子8を通して工程チャンバに供給される。

【0038】RFマッチング装置1の可変キャパシタ2は、多数の遮蔽板6と各対の遮蔽板の間に挿入された多数の蓄電板(capacitive plate)(図示しない)を含む。なお従来の方法では、可変キャパシタ2の容量値を変える遮蔽板6のオーバーラップは各蓄電板の面積を増加させたり減少させたりする。

【0039】RFマッチング装置1の可変インダクタ45は、回転インダクタ4と固定インダクタ5で構成される。

【0040】可変インダクタ45の固定インダクタ5は、図2に示されているように、楕円で、かつ螺旋型に形成されたコイルである。そして、この固定インダクタ5は、図5に示すように、導電体管26と導電体管26の内部に配置される多数の導線27で構成される。

【0041】この固定インダクタ5の内部の多数の導線27の入力端は、可変キャパシタ2の出力端に連結される。導線27を導電体管26と同一の直径を有する1つの導線で代替することもできる。

【0042】可変インダクタ45の回転インダクタ4も、図2に示されているように、楕円で、かつ螺旋型に形成されたコイルであり、同じく図5に示すように、導電体管26と導電体管26の内部に配置される多数の導線27で構成される。回転インダクタ4内部の多数の導線27も導電体管26と同一の直径を有する1つの導線で代替することもできる。

【0043】これら固定インダクタと回転インダクタを構成する導線27は、銅又はアルミニウムにより形成される。

【0044】この回転インダクタ4の回転角度は、RFマッチング装置のコントローラ（図示しない）によって調節される。

【0045】固定インダクタ5の螺旋型のコイルの内部直径が回転インダクタ4の外部直径に比べて相対的に大きく形成される。従って、図2に示すように、回転インダクタ4を固定インダクタ5の内部に挿入でき、B方向に回転させ得る。

【0046】2つのインダクタ4、5の間のオーバーラップされる程度は回転インダクタ4の回転軸と固定インダクタ5の中心との間の距離を調節することによって調節できる。

【0047】2つのインダクタ4、5の間のオーバーラップされる程度を調節するために、本発明のRFマッチング装置1は、図2に示すように、回転インダクタ4をA方向（上、下）に移動させる移送手段を含む。

【0048】この移送手段は、例えば、モーターによる回転運動を往復運動に変換させたラックピニオン（rack and pinion）のようなギア機構を含む。従って、回転インダクタ4はオーバーラップされる程度を調節するためにB方向の回転とA方向の移動が可能である。これによって、可変インダクタ45のインダクタンスをより大幅に調節できる。

【0049】なお、移送手段は、回転インダクタ4を移動させる代わりに、固定インダクタ5を移動させるようにしてもよい。例えば、固定インダクタ5を移動させる移送手段は、固定インダクタ5の軸の末端に配置されたモーターとギア装置を有するモーター／ギア構造であることもできる。即ち、モーターによる回転運動を往復運動に変換させるラックピニオン、又は固定インダクタ5の軸の両側の末端に設けられたボルト／ナットによる送りねじ機構、あるいはプーリーとベルト（又はチェーン）によるプーリー／ベルト（又はチェーン）機構などが可能である。

【0050】図3は、図2に示すRFマッチング装置を構成する部材の連結部位の構造を示す透視図である。

【0051】連結部材7は、可変キャパシタ2の出力端と固定インダクタ5の入力端を連結し、回転インダクタ4の出力端と固定キャパシタ3の入力端を連結する。図3に示すように、連結部材7は半アーク形態の上、下グリッパ9、9'と、これらを固定させるボルト10、10'とナット（図示しない）で構成される。

【0052】各部分に対応する導電体管26は、上、下グリッパ9、9'の間に溶接された導電体管26の末端が置かれることによって互いに連結され、上、下グリッパ9、9'とこれを固定させるボルト10、10'とナット（図示しない）によって連結される。従って、導電体管26はボルトのような鎖錠部材（locking member）なしに各部分が連結されるのでRFエネルギーの損失を最小化できる。

【0053】図4は、図2と図5に示す回転インダクタ4及び固定インダクタ5を楕円形状に固定するための固定手段であるE字型リングの透視図である。

【0054】図2に示すように、RFマッチング装置1のE字型リング11は、回転インダクタ4と固定インダクタ5を形成する導電体管26のコイル巻線を一定間隔離れるように配置する。

【0055】E字型リング11は、回転インダクタ4と固定インダクタ5によって発生される磁界に与える影響が最小限となるように容積を小さくしなければならない。また、その材質は耐熱性と導電性を考慮すると、非導電性の材質を用いることが好ましく、たとえばプラスチック又はセラミックが望ましい。

【0056】図6は、図2に示す回転インダクタ4の連結部の分解透視図である。

【0057】回転インダクタ4は、各々固定キャパシタ3の入力端又は固定インダクタ5の出力端と連結され、回転インダクタ4が180°範囲内で反復的に回転するので、連結部が破断される恐れがある、これを防止するために、本発明によると、図6に示すように回転インダクタ4の両側の末に連結部を備える。

【0058】図6に示すように、固定キャパシタ3の入力端に連結されている回転インダクタ4の導線連結部は、回転インダクタ4の一端を装着するためのマウント25と、回転の時に所定位置に回転インダクタ4の一端を維持するためのストッパ21と、多数の導線27を含む回転支持部22、回転支持部22を取り込み、支える接触部23を有する弾性板20と、導線連結部材7を含む連結部を使用することによって固定キャパシタ3と導線27を連結する出力連結部（図示しない）とで構成される。

【0059】回転インダクタ4が回転しながら生成された電流はC方向に流れ、導線27と連結された出力連結部を通して固定キャパシタ3に出力される。従って、導線27は駆動範囲（180°）内で回転インダクタ4が破断されることなく、よく作動できるようになっている。

【0060】固定インダクタ5の出力端と連結される回転インダクタ4の導線連結部は、固定キャパシタ3の入力端と連結された回転インダクタ4の導線連結部と同一の構造を有する。他端に配置され、回転インダクタ4を回転させるモーターの軸と連結された導線連結部は例外である。

【0061】負荷インピーダンスと入力インピーダンスを整合するための本発明のマッチング装置1が作動している間、コントローラは、図1に示すようにPMセンシングボード17からの電氣的な信号に従って回転インダクタ4の垂直位置と回転角を決定し、回転インダクタ4を回転させるモーターのような駆動部に制御信号を発生させる。この時、コントローラは、回転インダクタ4の回転角と垂直位置の非線形関数形態として回転インダクタ4と固定インダクタ5の整合されたインダクタンスを計算する。従って、回転インダクタ4は工程チャンバが安定的な状態に至るときまで、幾度のフィードバック過程によって適切な位置に回転され、位置決めされる。

【0062】より詳細に説明すると、図1のPMセンシングボード17はRFゼネレータ14のインピーダンスと工程チャンバ15のインピーダンスを整合するために可変インダクタ16を調節する。RFマッチング装置1はRFゼネレータ14から工程チャンバ15に供給される電圧Vが電流Iと同一位相にあるかを一番目の条件に決定する。そして、電圧と電流の絶対比 (absolute ratio: 即ち、 $V/I$ ) が特定値 (例えば、500hms) を有するかを二番目の条件に決定する。

【0063】PMセンシングボード17の実施形態を図19に示す。

【0064】一番目の条件について、RFエネルギーPは $V \times I \times \cos \theta$ で定義されるので、電圧Vと電流Iの間に位相差 $\theta$ がない時、RFゼネレータ14から発生されたRFエネルギーPは損失なしに工程チャンバ15に効率的に又は最大限に伝達され得る。

【0065】電圧Vと電流Iが各々キャパシタC1の電圧とインダクタL1によって誘導される電流に比例すると、電圧Vと電流Iの間の位相差 $\theta$ は可変抵抗器VR1によって感知され得る。抵抗器VR1の抵抗は電流Iと電圧Vが互いに同一位相にある時、抵抗器VR1を通った電圧が0になるように調節される。

【0066】従って、位相で電流Iが電圧Vより前にずれると、抵抗器VR1を通った電圧はプラスになる。電流Iと電圧Vが同一位相にあると、抵抗器VR1を通った電圧は0になる。電流Iが電圧Vより後ろにずれると、抵抗器VR1を通った電圧はマイナスになる。構成要素C1、L1、R1-R5、D1、D2そしてVR1からなる回路部は、位相差を直流DC値に変換する。抵抗器VR1を通った電圧に応じてモーター (図示しない) は可変インダクタ16のインダクタ4、5の相対的な位置を調節するために時計方向又は反時計方向に作動

する。

【0067】二番目の条件について、RFゼネレータ14はインピーダンス整合のために特定に要求されるロード値 (例えば、500hms) を満足させなければならない。RFゼネレータ14の出力で $V/I$ 比が要求されるロード値 (例えば、500hms) と同一になる時、可変抵抗器VR2の抵抗は抵抗器VR2を通った電圧が0になるように調節される。

【0068】従って、 $V/I$ 比が要求されるロード値より大きくなると、抵抗器VR2を通った電圧はプラスになる。 $V/I$ 比が要求されるロード値と同一であると、抵抗器VR2を通った電圧は0になる。 $V/I$ 比が要求されるロード値より小さくなると、抵抗器VR2を通った電圧はマイナスになる。構成要素C1、L1、R1-R5、D1、D2そしてVR1からなる回路部はRFゼネレータ14の $V/I$ 比を直流DC値に変換する。抵抗器VR2を通った電圧は可変キャパシタ12の電極の相対的な位置を調節するためにモーター (図示しない) を時計方向又は反時計方向に作動させる。これによって、モーター (図示しない) はPMセンシングボード17に応じて可変インダクタ16と可変キャパシタ12の特性値を調節する。

【0069】図7は、先に説明した図2に示される可変インダクタ45の変形例を示す図面である。

【0070】この変形例の可変インダクタは固定コイル130、回転軸を有する回転コイル133を含む。

【0071】固定コイル130と回転コイル133は、各々、図2に示す可変インダクタ45とはほぼ同様に楕円型であり、かつ、螺旋型であるが、コイル自体は単一の導線で構成されている。本実施形態において、コイル130、133の巻線はコイルとなる導線上にコーティングされた絶縁物質によって互いに絶縁されている。なお、先の可変インダクタ45と同様にE字型リングを用いて離間させてもよい。

【0072】固定コイル130の出力端132は、回転コイル133の入力端135と電氣的に連結される。固定コイル130の入力端131と回転コイル133の出力端134は、図1に示す可変キャパシタ12の出力端と固定キャパシタ13の入力端に各々電氣的に連結される。又、固定コイル130の内部直径は回転コイル133の外部直径より大きい。

【0073】これによって、図7に示すように、回転コイル133は固定コイル130の磁気フラックス線の上で回転できる。回転コイル133の回転に従って可変インダクタのインダクタンスは可変される。

【0074】RFマッチング装置の内部に配置するために、図7に示すような可変インダクタは様々な構成を含むことができる。例えば、固定コイル130を装置に固定する固定手段と、回転コイル133を回転させるための動力を提供するモーターと、回転コイル133の回転

軸を連結する連結手段などを含むことができる。固定コイル130と回転133は誘導電流を利用し、電氣的に直列に連結することもでき、並列に連結することもできる。

【0075】図8は、本発明の第2の実施形態によるRFマッチング装置の可変インダクタを示す透視図である。

【0076】第2の実施形態によるRFマッチング装置は、バンド形態で長方形の可変インダクタを備える。その他の構成は、前述した第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0077】この可変インダクタは、バンド形態で渦巻き状かつ長方形の固定コイル110と、この固定コイル110を突き抜ける回転軸116と、同じくバンド形態で渦巻き状かつ長方形の回転コイル113を含む。

【0078】固定コイル110の内部径は、回転113の外部径より大きい。従って、回転コイル113は、固定コイル110の内部に配置される。

【0079】固定コイル110の入力端111と回転コイル113の出力端115は、図1に示す可変キャパシタ12の出力端と固定キャパシタ13の入力端に各々電氣的に連結される。

【0080】ここで、固定コイル110の出力端112は、例えば図9に示すように、摺動子112'を設ける方法によって回転コイル113の入力端114と電氣的に連結される。また、回転コイル113の出力端115は、例えば図9に示すように、回転軸116内を通る導線115'によって固定キャパシタの入力端に電氣的に連結される。

【0081】固定コイル110及び回転コイル113、ならびに摺動子112'などは、動やアルミニウムなどによって形成されている。

【0082】可変インダクタに電源が印加されると、固定コイル110と回転コイル113は各々磁気フラックスを発生させる。この時、固定コイル110の磁気フラックスは一定方向であるが、回転コイル113の磁気フラックスは回転角ほど固定コイル110の磁気フラックスと角をなし、固定コイル110と回転コイル113の各々の磁気フラックスは相互影響を与えて、磁気フラックスが変わる。このように、回転コイル113の回転角に従って可変インダクタの全体磁気フラックスは可変される。

【0083】本発明の第2実施形態の可変インダクタをRFマッチング装置に設置するためには多くの構成を含むことができる。例えば、固定コイル110を装置に固定する固定手段と、回転コイル113を回転させるモーターと、回転コイル113の回転軸116とモーターの軸を連結する連結手段とを含むことができる。そして、固定コイル110と回転コイル113は電氣的に相互直列又は並列に連結され得る。

【0084】図10は、本発明の第2実施形態によるRFマッチング装置の可変ユニットのインダクタンス特性を示すグラフである。図10を参照すると、可変インダクタの固定コイル110と回転コイル113が同一方向に磁気フラックスが発生するように同一角度に各々位置すると、その時の可変インダクタの全体磁気フラックスは最大限になるのでインダクタンスも最大限 $L_{max}$ になる。ここで、回転コイル113が一方方向に回転し始めると、可変インダクタの全体磁気フラックスが減少して全体インダクタンスも減少する。

【0085】回転コイル113の回転が $\pi/2$ になると、固定コイル110と回転コイル113の磁気フラックスは直交して、相互磁気フラックスによる影響が最小化される。従って、この時、可変インダクタのインダクタンスは固定コイル110と回転コイル113各々のインダクタンスを足す結果とほぼ同一になる。このような場合は回転コイル113の回転が $3\pi/2$ になる時も同一に発生する。

【0086】回転コイル113の回転が $\pi$ になると、固定コイル110と回転コイル113の磁気フラックスは相互逆方向のなる。この時、可変インダクタの全体インダクタンスは最小限 $L_{min}$ になる。次に、回転コイル113の回転が $2\pi$ になると、可変インダクタの全体インダクタンスはもう一度最大限 $L_{max}$ になる。このように、回転コイル113の回転に従って可変インダクタの全体インダクタンスが可変される。

【0087】工程チャンバ15の内部にウェーハのような物品(article:アーティクル)を入れ、RFマッチング装置1が作動する間、コントローラはPMセンシングボード17からの電氣的な信号に従って回転インダクタの垂直位置と回転角を決定する。そして、コントローラは回転インダクタの回転のためのモーターのような駆動部に制御信号を発生させる。これによって、回転インダクタはRFゼネレータと工程チャンバ15が整合するための適切な位置に回転して位置するようになる。

【0088】図11は、本発明の第3の実施形態によるRFマッチング装置の可変インダクタを示す透視図である。なお、その他の構成は、前述した第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0089】図11を参照すると、RFマッチング装置の第3の実施形態による可変インダクタは、バンド形態の長方形であり、螺旋型の固定コイル140と、バンド形態の長方形であり、螺旋型の移動コイル143で構成される。固定コイル140と移動コイル143は同一方向に磁気フラックスが発生するように位置し、一定間隔離れて向き合って位置する。

【0090】図11に示すように、移動コイル143は、固定コイル140と並行に水平移動できる。固定コイル140の出力端142と移動コイル143の入力端



144は電氣的に連結される。固定コイル140の入力端141と移動コイル143の出力端145は各々図1に示す可変キャパシタ12の出力端と固定キャパシタ13の入力端に電氣的に連結される。

【0091】可変インダクタに電源が印加されると、固定コイル140と移動コイル143は各々磁気フラックスを発生させる。この時、移動コイル143が水平移動すると、固定コイル140と移動コイル143の磁気フラックスは相互間の重畳される量に比例して全体磁気フラックスが変化するように影響を与える。従って、移動コイル143の移動によって調節される重畳される量に従って可変インダクタの全体磁気フラックスが可変され、これによって、インダクタンスも可変される。

【0092】一方、固定コイル140と移動コイル143は逆方向に磁気フラックスを発生させ得る。又、固定コイル140と移動コイル143は電氣的に直列に連結することもでき、並列に連結することもできる。このような構成を有する可変インダクタを実際装置に適用する場合は必要によって多くの構成を含むことができる。例えば、固定コイル140を装置に固定する固定手段と、移動コイル143を移動させるモーターを備える移動手段などを含むことができる。

【0093】図12は、この第3の実施形態による可変インダクタのインダクタンス特性を示すグラフである。

【0094】図12を参照すると、固定コイル140と移動コイル143の磁気フラックスが同一方向を有し、向き合う場合、固定コイル140と移動コイル143の磁気フラックスは完全に重畳される。この時、全体インダクタンスは最大限 $L_{max}$ になる。移動コイル143が水平移動して固定コイル140と移動コイル143の間に重畳される磁気フラックスの面積が減少するほど、可変インダクタのインダクタンスは減少する。磁気フラックスが相互影響を与えないほどの距離 $dth$ 有する位置に移動コイル143が至ると、全体インダクタンスは最小限 $L_{min1}$ になる。

【0095】これに対して、固定コイル140と移動コイル143が各々相互逆方向の磁気フラックスを発生する場合、固定コイル140と移動コイル143の磁気フラックスが増加するほど、可変インダクタのインダクタンスは減少する。即ち、固定コイル140と移動コイル143の磁気フラックスが完全に重畳される時、インダクタンスは最小限 $L_{min2}$ を有し、磁気フラックスが重畳される部分なしにほとんど相互影響を与えないほどの距離 $dth$ を有する位置に移動コイル143が至ると、インダクタンスは最大限 $L_{max2}$ になる。

【0096】図13は、本発明の第4の実施形態によるRFマッチング装置の可変インダクタを示す透視図である。なお、その他の構成は、前述した第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0097】図13を参照すると、第4の実施形態にお

ける可変インダクタは、円形であり、螺旋型の固定コイル160と、円形であり、螺旋型の移動コイル163で構成される。固定コイル160の巻線は移動コイル163の各々の対の巻線の間に挿入されるように十分な幅を有する。移動コイル163は固定コイル160の上部領域に位置し、固定コイル160の巻線の間に重ねるように又は重ねないように上、下移動される。

【0098】固定コイル160の出力端161と移動コイル163の入力端164は電氣的に連結される。

【0099】固定コイル160の入力端162と移動コイル163の出力端165は各々図1に示す可変キャパシタ12の出力端と固定キャパシタ13の入力端に電氣的に連結される。固定コイル160と移動コイル163は同一方向に磁気フラックスが発生するように位置する。一方、固定コイル160と移動コイル163の磁気フラックスが同一方向を有するようにしたが、磁気フラックスが相互逆方向を有するようにすることもできる。そして、固定コイル160と移動コイル163は電氣的に直列又は並列に連結できる。

【0100】移動コイル163の上、下移動によって調節される固定コイル160と移動コイル163の間の重畳程度に従って、可変インダクタの全体磁気フラックスとインダクタンスは可変される。

【0101】本第4の実施形態によるインダクタンスの特性は、図12に示した第3実施形態の可変インダクタのインダクタンスと類似である。

【0102】このような構成を有する可変インダクタを実装置に適用する場合、必要によって多くの構成を含むことができる。例えば、固定コイル160を装置に固定する固定手段と、移動コイル163を移動させるモーターを備える移動手段等を含むことができる。

【0103】図14は、本発明の第5の実施形態によるRFマッチング装置の可変インダクタを示す透視図である。なお、その他の構成は、前述した第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0104】第5の実施形態によるRFマッチング装置の可変インダクタは、バンド形態の長方形で渦巻き状の固定コイル170と、固定コイル170の内側に配置された長方形の回転磁気遮蔽板173を含む。

【0105】回転磁気遮蔽板173は固定コイル170を突き抜ける回転軸174を有する。固定コイル170の入力端171と出力端172は、各々図1に示す可変キャパシタ12の出力端と固定キャパシタ13の入力端に電氣的に連結される。

【0106】可変インダクタに電源が印加されると、固定コイル170は磁気フラックスを発生させる。この時、固定コイル170の磁気フラックスが一定方向に固定されるので、可変インダクタの磁気フラックスは磁気遮蔽板173の回転角に従って可変される。従って、可変インダクタのインダクタンスは可変される。

【0107】このような構成を有する可変インダクタを実施装置に適用する場合、必要によって多くの構成を含むことができる。例えば、固定コイル170をRFマッチング装置に固定する固定手段と、回転磁気遮蔽板173を回転させるモーターと、磁気遮蔽板173の軸174とモーターの軸を連結する連結手段等を含むことができる。

【0108】図15は、本第5の実施形態による可変インダクタのインダクタンス特性を示すグラフである。

【0109】図15を参照すると、固定コイル170の磁気フラックスの方向に垂直になるように回転磁気遮蔽板173が初期に位置すると、固定コイル170による磁気フラックスの大部分が遮蔽されて可変インダクタのインダクタンスは最小限 $L_{min}$ になる。回転磁気遮蔽板173が一方向に回転し始めると、磁気フラックス遮蔽量が減少して可変インダクタのインダクタンスは増加する。

【0110】回転磁気遮蔽板173の回転が $\pi/2$ になると、固定コイル170と磁気遮蔽板173が直交して磁気遮蔽板173による磁気遮蔽量が最小になって、可変インダクタのインダクタンスは最大限 $L_{max}$ になる。このような場合は回転磁気遮蔽板173の回転が $3\pi/2$ になる時も同一である。

【0111】回転磁気遮蔽板173の回転が $\pi$ になると、磁気遮蔽量が最大限になって、可変インダクタの全体インダクタンスは最小限 $L_{min}$ になる。回転磁気遮蔽板173が $2\pi$ ほど回転すると、可変インダクタのインダクタンスはもう一度初期と同一の最小限 $L_{min}$ になる。このように、回転磁気遮蔽板173の回転に従って可変インダクタのインダクタンスは可変される。

【0112】図16は、本発明の第6の実施形態によるRFマッチング装置の可変インダクタを示す透視図である。なお、その他の構成は、前述した第1の実施形態と同様である。

【0113】第6の実施形態によるRFマッチング装置の可変インダクタは、円形で、かつ螺旋型の固定コイル190と、円形の回転磁気遮蔽板193を含む。

【0114】固定コイル190の磁気フラックスの上に回転できるように位置した回転磁気遮蔽板193は両側に対応するように回転軸194、195を有する。固定コイル190の入力端191と出力端192は図1に示す可変キャパシタ12の出力端と固定キャパシタ13の入力端に電気的に連結される。

【0115】可変インダクタに電源に印加されると、固定コイル190による磁気フラックスが発生する。この時、固定コイル190の磁気フラックスは一定方向に固定されるので、回転磁気遮蔽板193の回転角に従って可変インダクタの磁気フラックスが可変される。これによって、可変インダクタのインダクタンスが可変される。

【0116】この第6の実施形態の可変インダクタのインダクタンス特性は、図15に示した前述の第5の実施形態の可変インダクタのインダクタンスと類似である。

【0117】このような構成を有する可変インダクタを実施装置に適用する場合、必要によって多くの構成を含むことができる。例えば、固定コイル190をRFマッチング装置に固定する固定手段と、回転磁気遮蔽板193を回転させるモーターと、磁気遮蔽板193の軸194、195とモーターの軸を連結する連結手段等々を含むことができる。

【0118】図17は、本発明の第7の実施形態によるRFマッチング装置の可変インダクタを示す透視図である。なお、その他の構成は、前述した第1の実施形態と同様である。

【0119】第7の実施形態によるRFマッチング装置の可変インダクタは、円形で、かつ螺旋型の可変コイル1100と、可変コイル1100が固定される固定板1130と、可変コイル1100の長さを調節できる移動バー1140とで構成される。

【0120】移動バー1140は、固定板1130を通過し、可変コイル1100の中心部を通過して可変コイル1100の一端1100に固定される。可変コイル1100の他端1120は固定板1130に固定される。可変コイル1100の両端1110、1120は各々図1に示す可変キャパシタ12の出段端と固定キャパシタ13の入力端に電気的に連結される。

【0121】移動バー1140を移動距離 $d$ の範囲内で前/後進することによって可変コイル1100の長さを調節でき、これによって可変インダクタンスが可変される。

【0122】図18は、この第7実施形態の可変インダクタのインダクタンス特性曲線を示すグラフである。図18を参照すると、可変コイル1100の長さが最小限である時、インダクタンスは最大限 $L_{max}$ になり、可変コイル1100の長さが最大限である時、インダクタンスは最小限 $L_{min}$ になる。

【0123】このような構成を有する可変インダクタを実施装置に適用する場合、必要によって多くの構成を含むことができる。例えば、移動バー1140を移動させるモーターと、移動バー1140とモーターの軸を連結する連結手段等を含むことができる。

【0124】以上説明したように、本発明のRFマッチング装置は、2つのコイルの間、又は1つのコイルと1つの遮蔽板の間の相対的な距離又は角度を変化することによって、磁気フラックスの変化、即ち、インダクタンスを可変できる。又、固定された巻数を維持しながらコイルの長さを可変させることによって磁気フラックスを可変できる。

【0125】そして、これらの可変インダクタは、半導体装置製造において使用するエッチング装置、蒸着装

置、表面処理プラズマ装置、及び汚染源をプラズマを使用して除去するプラズマスクラバのような様々な装置において、RFロード、RFチャンバなどのインピーダンスとRFソースのインピーダンスを整合のためのRFマッチング装置に適用することで、アーティクル、例えば、ウェーハ、汚染ガス、及びモジュールなどを、安定的な工程条件下で作業できるようにする。

【0126】なお、上述した各実施の形態において示した可変インダクタの構成及び動作は本発明の一例にすぎない。したがって、本発明の技術的な範囲から逸脱しない範囲で様々な変化及び変更できることは当業者には周知である。

【0127】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、磁気フラックスの重畳又は磁気遮蔽によってインダクタンスを可変制御するので、容易にインダクタンスを可変制御でき、高周波高電力を使用する際に、RFソースとRFチャンバのインピーダンス整合に好適である。

【0128】また、本発明のRFマッチング装置は、プラズマを使用する半導体装置製造工程や、各種半相對装置製造装置に適用することで、RFソースとRFチャンバのインピーダンス整合時間を縮めることができ、過度の放熱による装置の寿命短縮を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 RFマッチング装置を使用する回路図である。

【図2】 本発明によるRFマッチング装置の透視図である。

【図3】 図2に示すRFマッチング装置を構成する部材の連結部位の構造を示す透視図である。

【図4】 図2に示すRFマッチング装置の固定インダクタ及び回転インダクタの固定手段の'E'字型リングの透視図である。

【図5】 図2に示す回転インダクタ及び固定インダクタの構成を示す図である。

【図6】 図2に示す回転インダクタの連結部の分解透視図である。

【図7】 図2に示すRFマッチング装置を構成する一実施形態による可変インダクタを構成する固定インダクタ及び回転インダクタの透視図である。

【図8】 本発明の他の実施形態による可変インダクタの透視図である。

【図9】 図8のコイルが電気的に連結される方法の実施形態を示す図である。

【図10】 図8に示す可変インダクタのインダクタンス特性曲線を概略的に示すグラフである。

【図11】 本発明の他の実施形態による可変インダクタの透視図である。

【図12】 図11に示す可変インダクタのインダクタンス特性曲線を概略的に示すグラフである。

【図13】 本発明の他の実施形態による可変インダクタの透視図である。

【図14】 本発明の他の実施形態による可変インダクタの透視図である。

【図15】 図14に示す可変インダクタのインダクタンス特性曲線を概略的に示すグラフである。

【図16】 本発明の他の実施形態による可変インダクタの透視図である。

【図17】 本発明の他の実施形態による可変インダクタの透視図である。

【図18】 図17に示す可変インダクタのインダクタンス特性曲線を概略的に示すグラフである。

【図19】 PMセンシングボードの実施形態を示す図である。

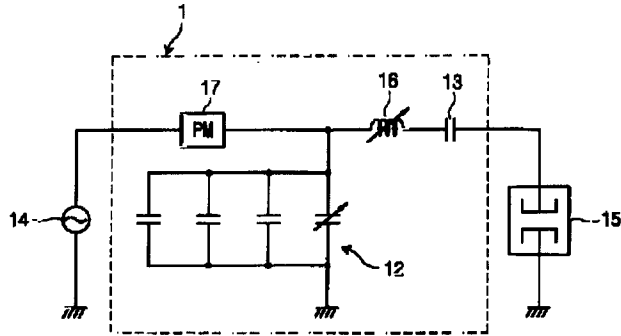
【符号の説明】

- 1…マッチング装置
- 2、12…可変キャパシタ
- 3、13…固定キャパシタ
- 4…回転インダクタ
- 5…固定インダクタ
- 6…遮蔽板
- 7…連結部材
- 8…出力端子
- 9…上グリッパ
- 9'…下グリッパ
- 10…ボルト
- 11…字型リング
- 12、112、115、132、134、142、145、161、165…出力端
- 113、133…回転コイル
- 14…ゼネレータ
- 15…工程チャンバ
- 16、45…可変インダクタ
- 17…センシングボード
- 20…弾性板
- 21…ストッパ
- 22…回転支持部
- 23…接触部
- 25…マウント
- 26…導電体管
- 27…導線
- 110、130、140、160、170、190…固定コイル
- 111、114、135、141、191、310、144、162、164、171、192…入力端
- 116…回転軸
- 143、163…移動コイル
- 173…回転磁気遮蔽板
- 173…磁気遮蔽板
- 174…回転軸

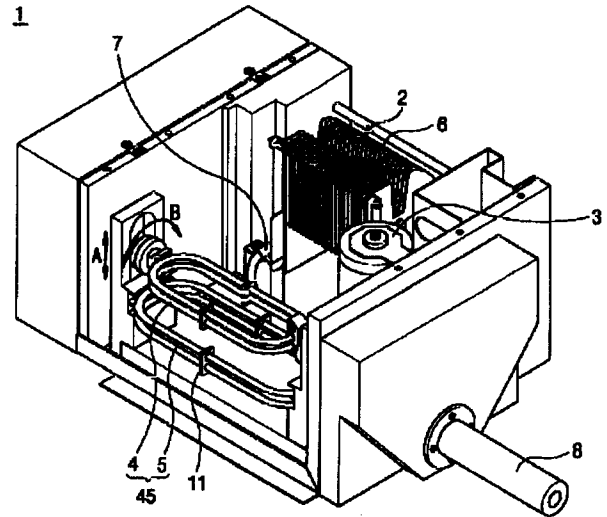
193...回転磁気遮蔽板  
 193...磁気遮蔽板  
 194、195...回転軸

1100...可変コイル  
 1130...固定板  
 1140...移動バー

【図1】

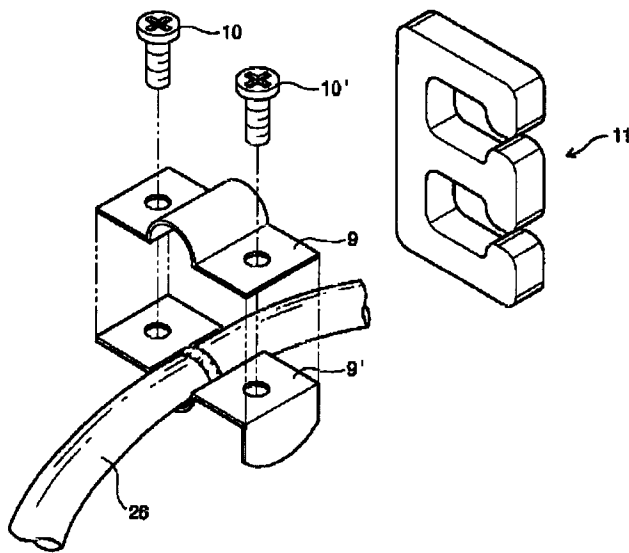


【図2】

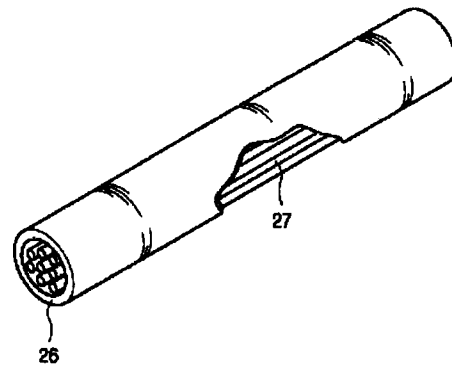


【図3】

【図4】

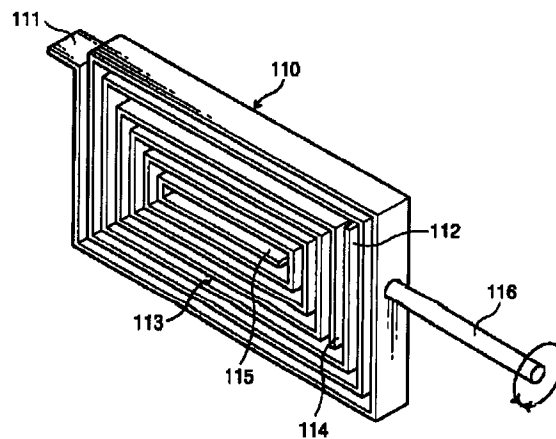
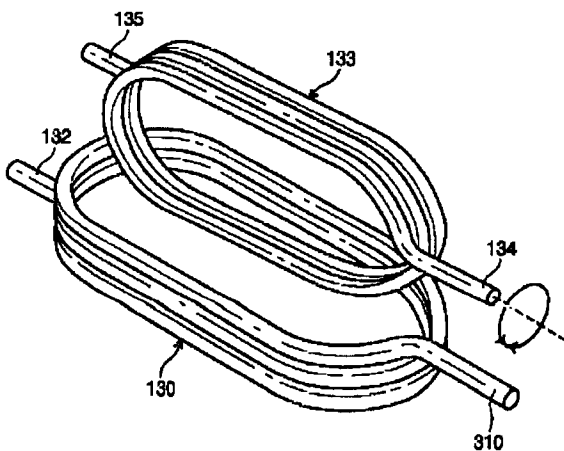


【図5】

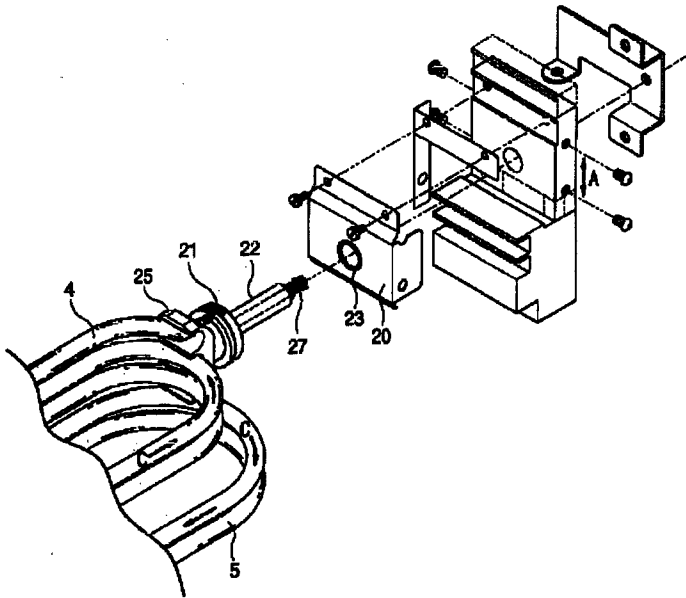


【図7】

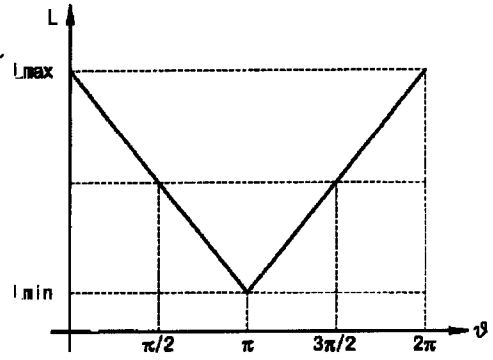
【図8】



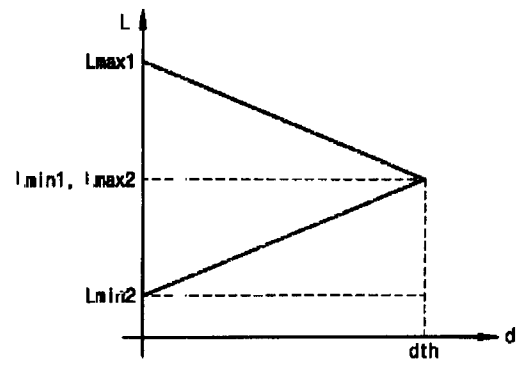
【図6】



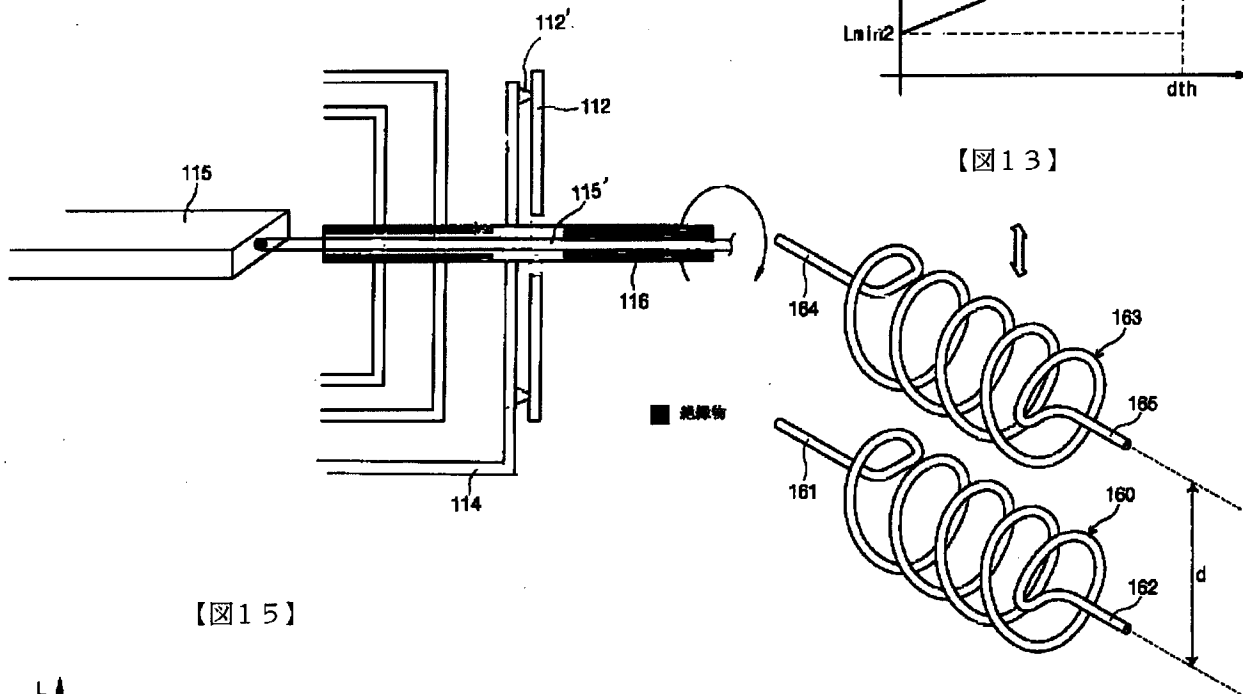
【図10】



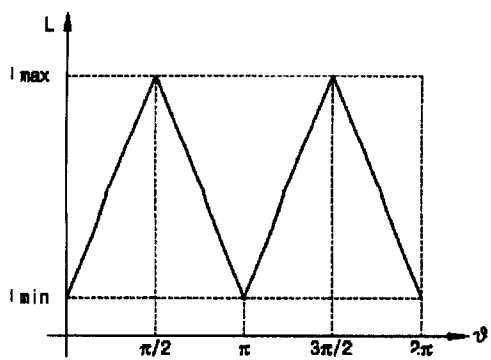
【図12】



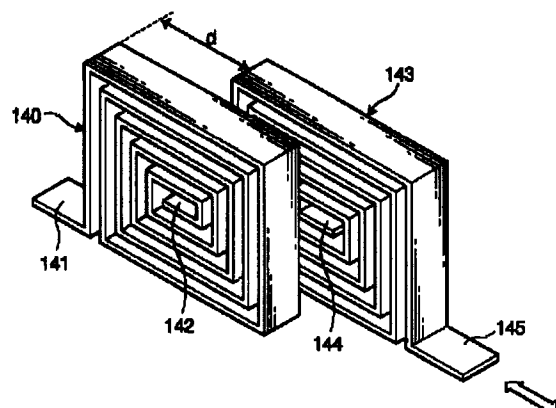
【図13】



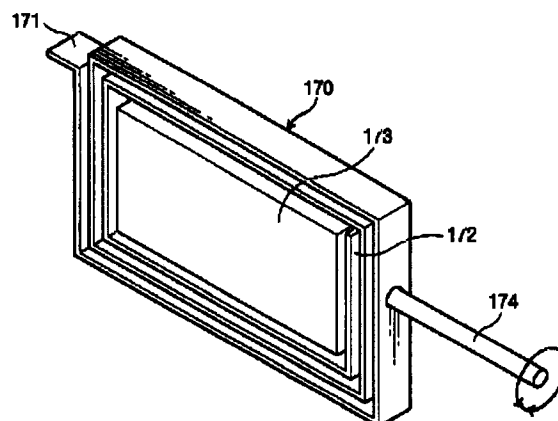
【図15】



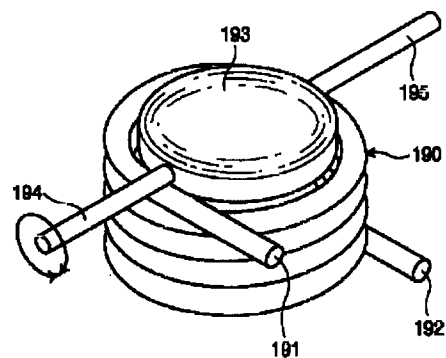
【図11】



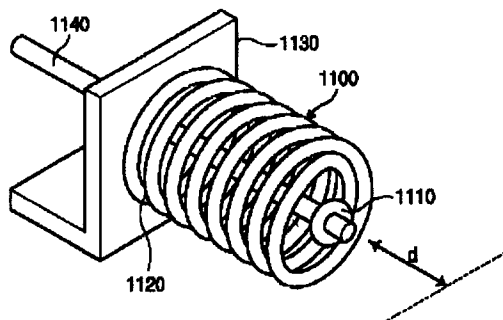
【図14】



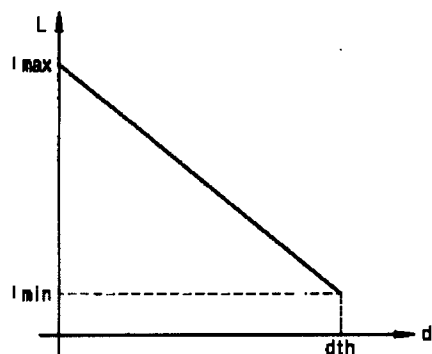
【図16】



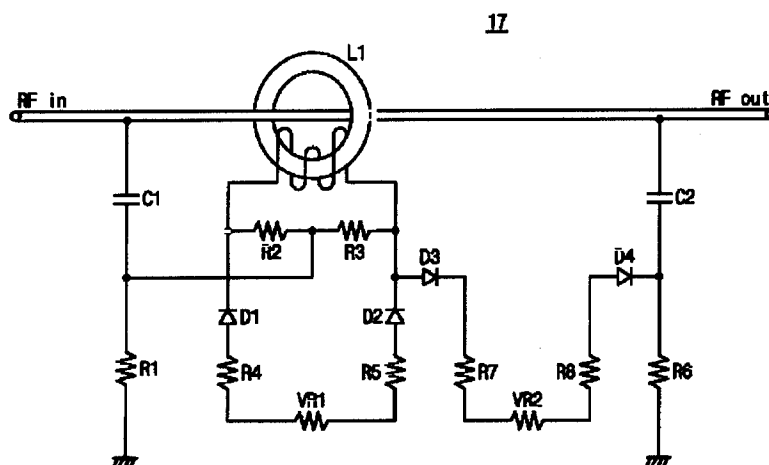
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 楊 潤 植  
大韓民国京畿道水原市長安区英化洞308-  
1 東星アパート101棟1405号

(72)発明者 金 鎮 満  
大韓民国ソウル特別市松坡区松坡1洞16-  
20

(72)発明者 関 泳 敏

大韓民国京畿道水原市八達区梅▲澁▼1洞  
173-62

(72)発明者 全 相 文

大韓民国京畿道城南市盆唐区九美洞 エル  
／ジー アパート205棟1802号

Fターム(参考) 5F004 AA01 BA20 CA03

# 中華民國專利公報 [19] [12]

[11]公告編號：502264

[44]中華民國 91 年 (2002) 09 月 11 日

發明

全 11 頁

[51] Int.Cl.<sup>07</sup> : H01F38/14

[54]名稱：射頻匹配單元

[21]申請案號：090116372

[22]申請日期：中華民國 90 年 (2001) 07 月 04 日

[72]發明人：

閔泳敏

韓國

金鎮滿

韓國

全相文

韓國

崔大奎

韓國

楊潤植

韓國

[71]申請人：

三星電子股份有限公司

韓國

崔大奎

韓國

[74]代理人：陳長文 先生

1

2

[57]申請專利範圍：

1. 一種利用一電漿在半導體元件製造中將一射頻產生器的阻抗與一射頻負載的阻抗相匹配之裝置，其包含：  
一可變電感構件，其耦合至一可變電容器及一固定電容器並具有彼此相鄰且電性耦合之兩電感器；  
該等兩電感器的其中至少一者為可移式配置，以使該一電感器的磁通量與該另一電感器的磁通量產生干涉，藉以控制該可變電感構件的電感。

2. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該等兩電感器係由一固定電感器以及一旋轉電感器所組成，該固定電感器由具有已知線圈圈數之一卵形螺旋線圈所構成且該固定電感器的一端與該可變電容器相連接，該旋轉電感器由具有已知線圈圈數之一卵形螺旋線圈所構成且該旋轉電感器的一端與該固定電感器的另

一端相連接，該旋轉電感器的另一端與該固定電容器相連接；及  
其中位於該等固定及旋轉電感器中之電流流動係彼此相反，且依據該旋轉電感器的旋轉角度來控制該可變電感構件的電感。

3. 如申請專利範圍第 2 項之裝置，其進一步包括使該旋轉電感器趨近及脫離該固定電感器之轉移構件。

10. 4. 如申請專利範圍第 2 項之裝置，其進一步包括固定構件，該等固定構件係以彼此相隔關係來固定用於構成該等固定及旋轉電感器之該等線圈的線圈圈部。

15. 5. 如申請專利範圍第 2 項之裝置，其進一步包括位於該等線圈之間或該等線圈與該等電容器之間的連接部上之連接構件，各個該等連接構件由一握具及一鎖定構件所組成，該握具具有半弧形的握持部，該鎖定構



件可緊扣該等握持部。

- 6.如申請專利範圍第2項之裝置，其中該等固定及旋轉電感器之線圈由銅或鋁所形成。
- 7.如申請專利範圍第4項之裝置，其中該固定構件為以規則間隔配置於該等線圈的線圈圈部之間的\*E\*型環。
- 8.如申請專利範圍第2項之裝置，其中該等線圈各由一導電管以及位於該導電管中之複數個導電線所形成。
- 9.如申請專利範圍第7項之裝置，其中該等\*E\*型環由不導電材料所形成。
- 10.如申請專利範圍第1項之裝置，其中該等兩電感器係為一帶式長方及渦旋形固定線圈、以及具有貫穿該固定線圈的一旋轉軸線之一帶式長方及渦旋型旋轉線圈，該固定線圈的一端與該可變電容器呈電性耦合，該旋轉線圈的一端與該固定線圈的另一端呈電性耦合，而該旋轉線圈的另一端與該固定電容器呈電性耦合；及其中該等固定及旋轉線圈之合併磁通量係依據該旋轉線圈的旋轉角度而層大或減小。
- 11.如申請專利範圍第1項之裝置，其中該等兩電感器係為一帶式長方及渦旋形固定線圈、以及與該固定線圈呈可移式平行配置之一帶式長方及渦旋型活動線圈，該固定線圈的一端與該可變電容器呈電性耦合，該活動線圈的一端與該固定線圈的另一端呈電性耦合，而該活動線圈的另一端與該固定電容器呈電性耦合，且該等固定及活動線圈的位置彼此隔開呈現相對配置狀；及其中依據該活動線圈移動所控制之該等固定及活動線圈之間的重疊寬度，而改變該等固定及活動線圈之合併磁通量。

- 12.如申請專利範圍第1項之裝置，其中該等兩電感器係為一圓螺旋型固定線圈以及一圓螺旋型活動線圈，該固定線圈的一端與該可變電容器呈電性耦合，該活動線圈從該固定線圈往上配置而向上與向下移動藉以與該固定線圈重疊或分離且具有已知的線圈圈數，該活動線圈的一端與該固定線圈的另一端呈電性耦合，該活動線圈的另一端與該固定電容器呈電性耦合，且該等固定線圈的線圈圈部所具有的捲繞寬度係足以散佈於該活動線圈的各對線圈圈部之間；及
15. 其中依據該活動線圈向上及向下移動所控制之該等固定及活動線圈之間的重疊寬度，而改變該等固定及活動線圈之合併磁通量。
- 13.一種利用一電漿在半導體元件製造中將一射頻產生器的阻抗與一射頻負載的阻抗相匹配之裝置，其包含：
  - 一可變電感器，其耦合至一可變電容器及一固定電容器，並具有一帶式長方及渦旋形固定線圈、以及位於該固定線圈中且具有貫穿該固定線圈之一軸線之一長方形磁屏蔽板；及
  - 該線圈與該板的其中至少一者為可移式配置，以使該板與該線圈的磁通量產生干涉，藉以控制該可變電感器的電感。
- 14.如申請專利範圍第13項之裝置，其中該固定線圈的兩端係分別與該可變電容器及該固定電容器呈電性耦合；及其中依據該磁屏蔽板的旋轉角度而改變該可變電感器之磁通量。
- 15.一種利用一電漿在半導體元件製造中將一射頻產生器的阻抗與一射頻

負載的阻抗相匹配之裝置，其包含：

一可變電感器，其耦合至一可變電容器及一固定電容器，並具有一圓螺旋型固定線圈、以及位於該固定線圈的磁通量上且具有形成於兩側上的軸線之一圓形磁屏蔽板；及該線圈與該板的其中至少一者為可移式配置，以使該板與該線圈的磁通量產生干涉，藉以控制該可變電感器的電感。

16. 如申請專利範圍第 15 項之裝置，其中該固定線圈的兩端分別與該可變電容器及該固定電容器呈電性耦合；及  
其中依據該磁屏蔽板的旋轉角度而改變該可變電感器的磁通量。

17. 一種利用一電漿在半導體元件製造中將一射頻產生器的阻抗與一射頻負載的阻抗相匹配之裝置，其包含：

一可變電感器，其耦合至一可變電容器及一固定電容器並具有：一圓螺旋型可變線圈、用於安裝該可變線圈之一安裝板、以及用於調整經由該安裝板與該可變線圈的中心固定至該可變線圈的一端之該可變線圈的長度之一桿，該可變線圈的另一端係固定至該安裝板；及  
該桿為可移式配置以改變該可變線圈的長度。

18. 如申請專利範圍第 17 項之裝置，其中該可變線圈的兩端分別與該可變電容器及該固定電容器呈電性耦合；及  
其中依據由該桿移動所控制之該可變線圈的長度，而改變該可變電感器的磁通量。

圖式簡單說明：

圖 1 為一種使用一射頻匹配單元

之設備之一般電路的示意圖；

圖 2 為根據本發明第一實施例之一種射頻匹配單元的立體圖；

5. 圖 3 為圖 2 所示之射頻匹配單元的組件之間的一連接構件之立體圖；

10. 圖 4 為用於分散與固定導電管的線圈圈部之一種 "E" 型環的立體圖，此等線圈圈部形成圖 2 所示之射頻匹配單元的一旋轉電感器與一固定電感器；

圖 5 為圖 2 所示之射頻匹配單元的旋轉與固定電感器之一部份導電管與導電線之部份立體圖；

15. 圖 6 為圖 2 所示之旋轉電感器的一線連接部份之分解立體圖；

圖 7 顯示圖 2 所示之射頻匹配單元的不同型式可變電感器之立體圖；

20. 圖 8 顯示根據本發明第二實施例之一種射頻匹配單元的一可變電感器之示意立體圖；

圖 9 顯示圖 8 所示之射頻匹配單元的可變電感器之電感特徵圖；

25. 圖 10 顯示根據本發明第三實施例之一種射頻匹配單元的一可變電感器之立體圖；

圖 11 顯示圖 10 所示之射頻匹配單元的可變電感器之電感特徵圖；

30. 圖 12 顯示根據本發明第四實施例之一種射頻匹配單元的一可變電感器之立體圖；

圖 13 顯示根據本發明第五實施例之一種射頻匹配單元的一可變電感器之立體圖；

35. 圖 14 顯示圖 13 所示之射頻匹配單元的可變電感器之電感特徵圖；

圖 15 顯示根據本發明第六實施例之一種射頻匹配單元的一可變電感器之立體圖；

40. 圖 16 顯示根據本發明第七實施例之一種射頻匹配單元的一可變電感器

7

元的可變電感器之電感特徵圖。

- 2742 -

(5)

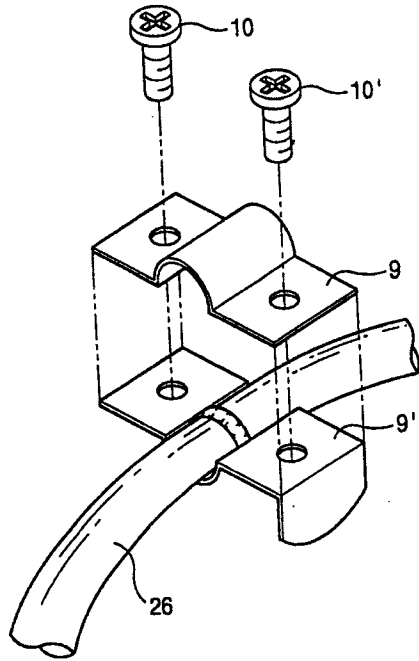


圖 3

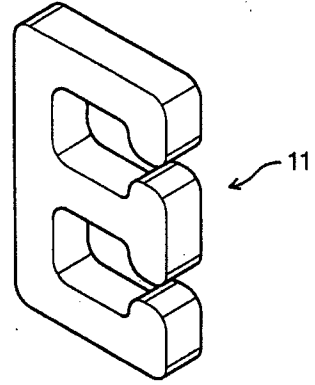


圖 4

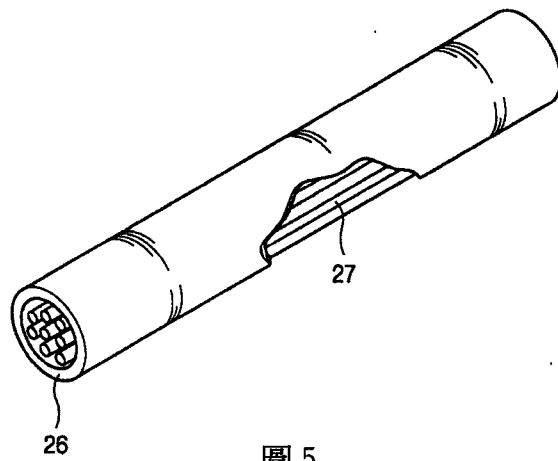


圖 5

This diagram shows an exploded perspective view of a cable clamp assembly. On the left, a cable 4 is shown with a clamp 5. The clamp 5 has a threaded portion 21 and a nut 22. A bolt 27 is shown passing through the nut 22 and a plate 20. The plate 20 has a hole 23. A bracket 25 is shown attached to the cable 4. On the right, a larger assembly is shown, consisting of a base 20 and a top plate 23. The top plate 23 has a hole 23. A bolt 27 is shown passing through the top plate 23 and the base 20. A bracket 25 is shown attached to the top plate 23. A dimension line A is shown indicating the distance between the top plate 23 and the base 20.

— 2744 —

(7)

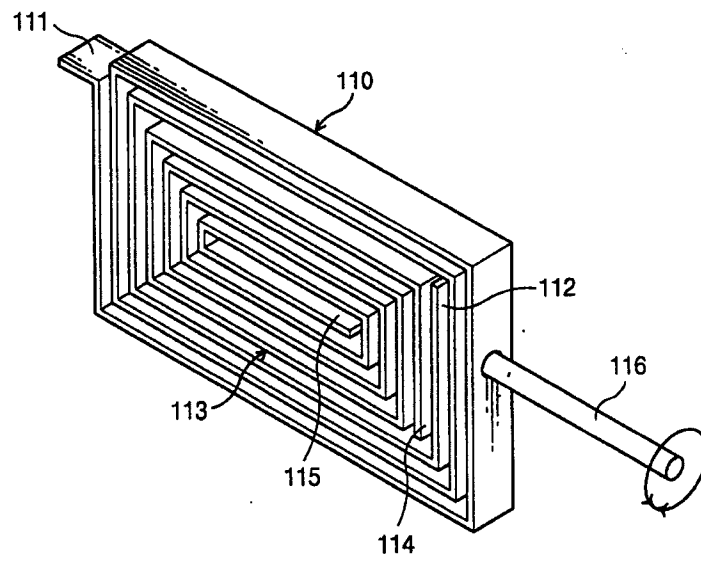


圖 8

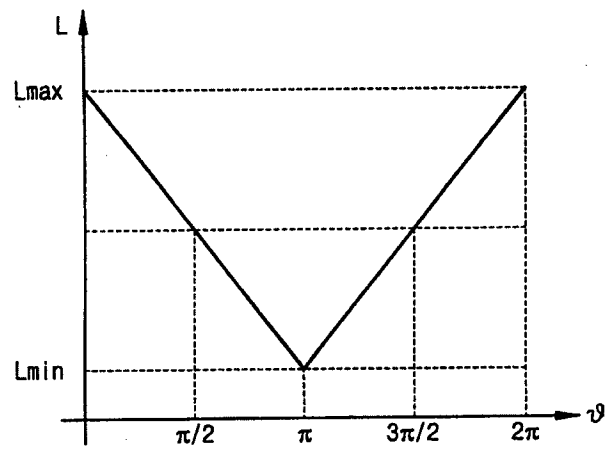


圖 9

(8)

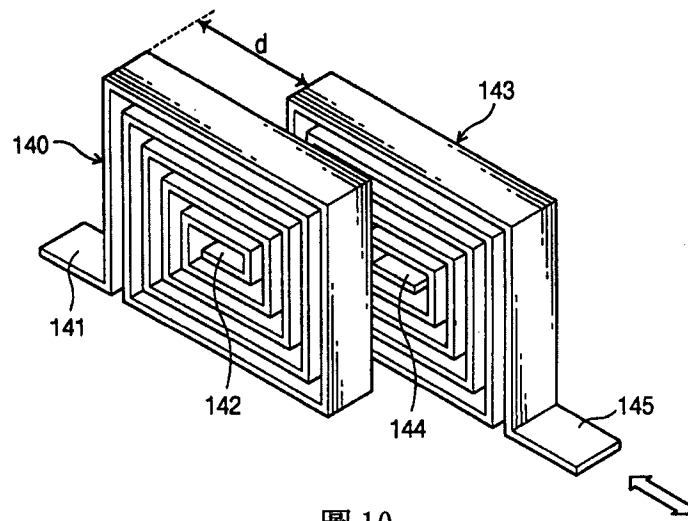


圖 10

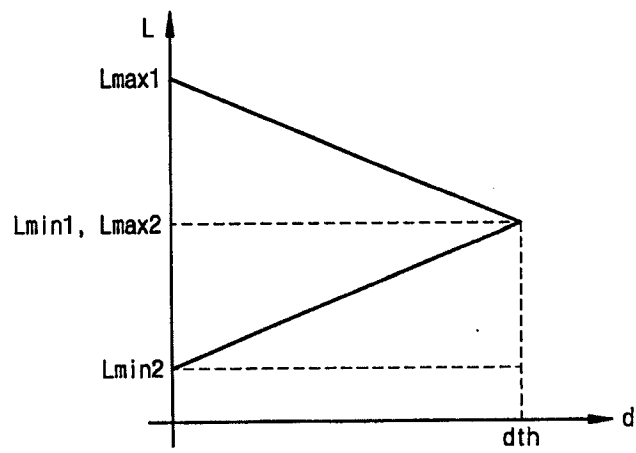


圖 11

(9)

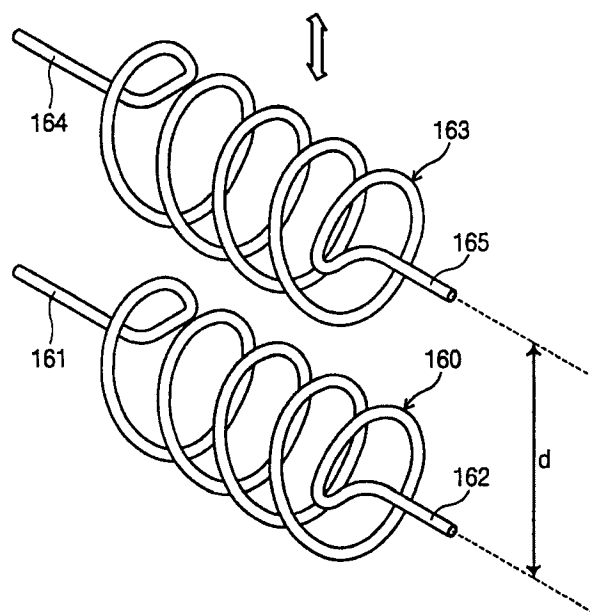


圖 12

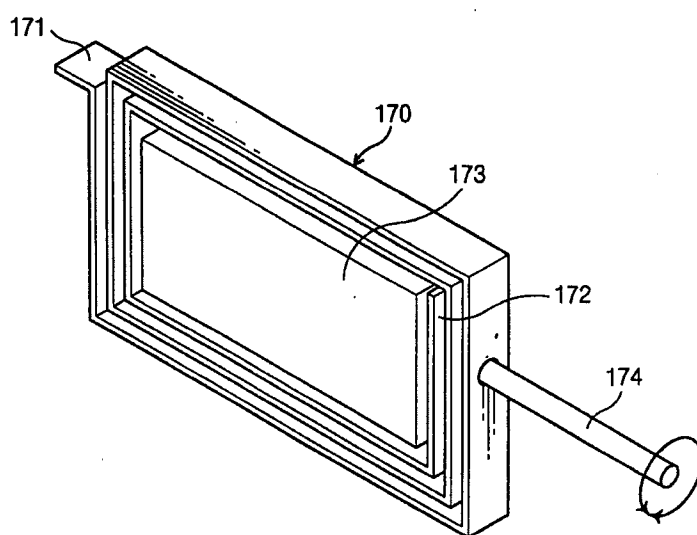


圖 13



(10)

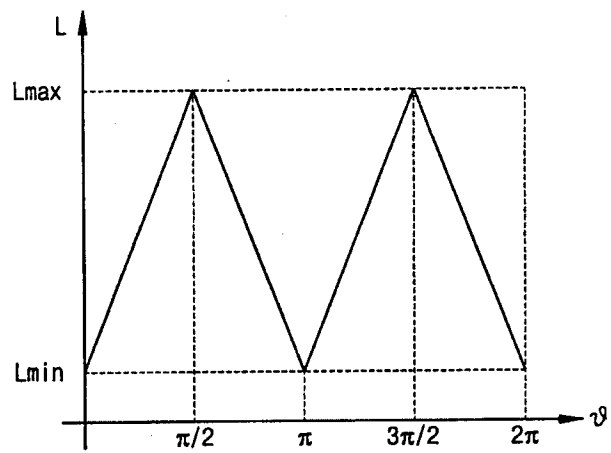


圖 14

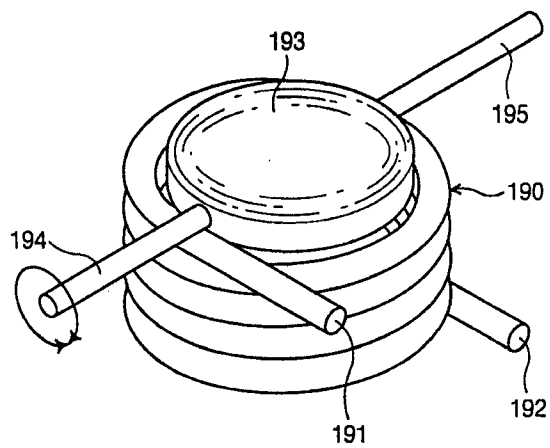


圖 15

(11)

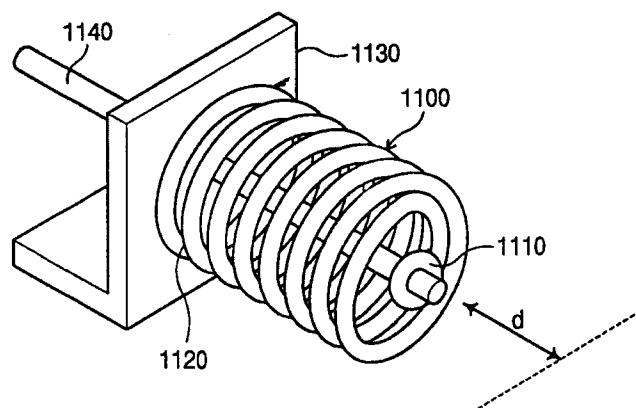


圖 16

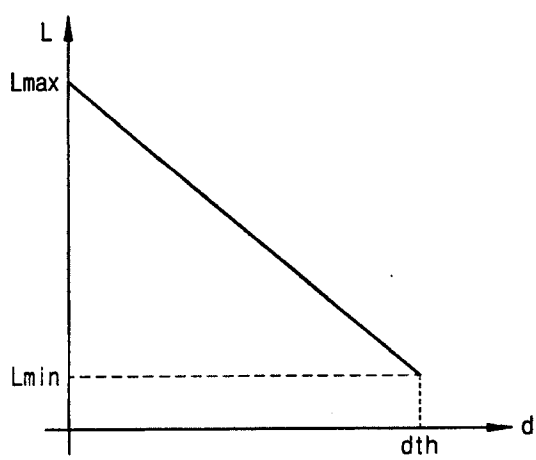


圖 17

